

การจัดการพลังงานกรณีศึกษาโรงงานผลิตปลาต้ม ในจังหวัดเพชรบูรณ์

TOTAL ENERGY MANAGEMENT
CASE STUDY OF FISH PRODUCT, PHETCHABOON PROVINCE.

นายพัฒนพงษ์ ปิงวงศ์ รหัส 50382564
นางสาวมยุรี แสงสุข รหัส 50383547

15519135

ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
วันที่รับ..... 10 ก.ค. 2554
เลขทะเบียน..... 15519135
เลขเรียกหนังสือ..... ๗๕.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๗526 ๗ 2553

๗๕.

๗52677

๗๕๕๓

ปฏิญานีพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ การจัดการพลังงานกรณีศึกษาโรงงานผลิตปลาต้ม ในจังหวัดเพชรบูรณ์
ผู้ดำเนินโครงการ นายพัฒน์พงษ์ ปิงวงศ์ รหัส 50382564
 นางสาวมยุรี แสงสุข รหัส 50383547
ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์วิสาข์ เจ้าสกุล
ที่ปรึกษาโครงการร่วม นายมานพ เกิดส่ง
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

.....ที่ปรึกษาโครงการ
(อาจารย์วิสาข์ เจ้าสกุล)

.....ที่ปรึกษาร่วมโครงการ
(นายมานพ เกิดส่ง)

.....ประธานกรรมการ
(ดร. ชัยอ่ำรง พงศ์พัฒนศิริ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษญา สิมารักษ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์มานะ วีรวิกรม)

ชื่อหัวข้อโครงการ	การจัดการพลังงานกรณีศึกษาโรงงานผลิตปลาต้ม ในจังหวัดเพชรบูรณ์		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายพัฒนพงษ์	ปิงวงศ์	รหัส 50382564
	นางสาวมยุรี	แสงสุข	รหัส 50383547
ที่ปรึกษาโครงการ	อาจารย์วิสาข์	เจ้าสกุล	
ที่ปรึกษาโครงการร่วม	นายมานพ	เกิดสง	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม		
ปีการศึกษา	2553		

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้งานพลังงานไฟฟ้า แก๊สและน้ำมันในโรงงานผลิตปลาต้มให้ได้ไม่น้อยกว่า 5% ซึ่งในปี 2552 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 71,839.98 kWh คิดเป็นค่าเงิน 267,180.26 บาท ในปีดังกล่าวนี้มีการผลิต 404.97 ตัน คิดเป็นอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อการผลิต 1 ตัน 177.40 kW มีการใช้พลังงานแก๊ส 4,640 กิโลกรัม คิดเป็นค่าเงิน 78,927.27 บาท คิดเป็นอัตราการใช้พลังงานแก๊สต่อการผลิต 1 ตัน 11.46 กิโลกรัม และมีการใช้พลังงานน้ำมัน 5,464 ลิตร คิดเป็นค่าเงิน 134,680.91 บาท คิดเป็นอัตราการใช้พลังงานน้ำมันต่อการผลิต 1 ตัน 13.5 ลิตร ซึ่งจะเน้นกระบวนการผลิตของโรงงานปลาต้มเท่านั้น สำหรับในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เน้นที่การศึกษาแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า แก๊สและน้ำมันทั้งหมดของโรงงาน กระบวนการวิจัยผู้ศึกษาได้นำ กระบวนการจัดการ การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ระบบการจัดการพลังงานและการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ มาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบ พบว่าค่าการใช้ดัชนีพลังงานของโรงงานจากการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตในช่วงก่อนทำการศึกษา (มกราคม – ธันวาคม 2552) มีการใช้พลังงานไฟฟ้า แก๊สและน้ำมัน โดยเฉลี่ยค่อนข้างสูงคือประมาณ 179.59 kW/หน่วย , 11.37 กิโลกรัม/หน่วยและ 13.80 ลิตร/หน่วย ตามลำดับ หรือ มีการใช้พลังงานรวมในหน่วยพลังงานเป็น 20,081 MJ/หน่วย ในช่วงทำการศึกษา (มกราคม-ธันวาคม 2553) พบว่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตมีการใช้พลังงานไฟฟ้า แก๊สและน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ย 174.18 kWh/หน่วย , 10.78 กิโลกรัม/หน่วย และ 12.41 ลิตร/หน่วย ตามลำดับ หรือมีการใช้พลังงานรวมทั้งหมดในหน่วยพลังงานเป็น 18,915.38 MJ/หน่วย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์รวมของการลดพลังงานทั้งสองชนิดได้ 5.81% ซึ่งลดได้มากกว่าที่ตั้งเป้าหมายไว้

Project title Total Energy Management : Case Study of Fish Product,
Phetchaboon Province.

Name Mr. Patpong Pingwong ID. 50382564
Miss Mayuree Sangsuk ID. 50383547

Project advisor Mr.Visaka Chaosakul

CO - Project advisor Mr.Manop Kiredsong

Major Industrial Engineering

Department Industrial Engineering

Academic year 2010

Abstract

The purpose of this study is to reduce electrical energy ,gas energy and fuel energy at least 5% in fish product factory where consumed average electrical energy 71,839.98 kWh (267,180.26 baht) ,gas energy 4,640 kilo (78,927.27 bath) and fuel energy 5,464 liters (134,680.91 bath) for producing 404.97 ton of products this year of 2552 this can be calculated as 177.40 kW per ton of products for electrical energy , 11.46 kilo per ton of products for gas energy and 13.5 liters per ton of products for fuel energy. For this study research will focus fish product only and focus to set the approach to reduce all both electrical ,gas and fuel energy by using the of preventive maintenance ,energy management system and changing some spare parts and equipment

The result of this study shows that the consumption of all energy in this factory can be reduced 5.81 %. Due to average consumption of electrical, gas and fuel energy per unit ton of fish product from January to December 2552 was 179.59 kWh, 11.37 kilo and 13.80 liters or use all energy 20,081 MJ/ton respectively compares to the average energy consumption from January to December 2553 was 174.18 kWh, 10.78 kilo,12.41 liters or use all energy 18,915.38 MJ/ton respectively.


กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยปริญญาโทฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความช่วยเหลือ และความกรุณาจากบุคคลและสถาบันหลายฝ่ายด้วยกัน ซึ่งบุคคลเหล่านั้นได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นตลอดถึง ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัยนี้ ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่จะได้กล่าวดังต่อไปนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์วิสาข์ เจ้าสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และนายมานพ เกิดสง้อ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทร่วม ที่ได้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณทางโรงงานที่ให้ความร่วมมือ รวมถึงคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานในการทำโครงการนี้ให้ลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้จัดการและพนักงานทุกท่าน

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือในทุกด้านจนสำเร็จการศึกษา



คณะผู้ดำเนินโครงการวิศวกรรม
นายพัฒนพงษ์ ปิงวงศ์ 50382564
นางสาวมยุรี แสงสุข 50383547
มกราคม 2554

สารบัญ

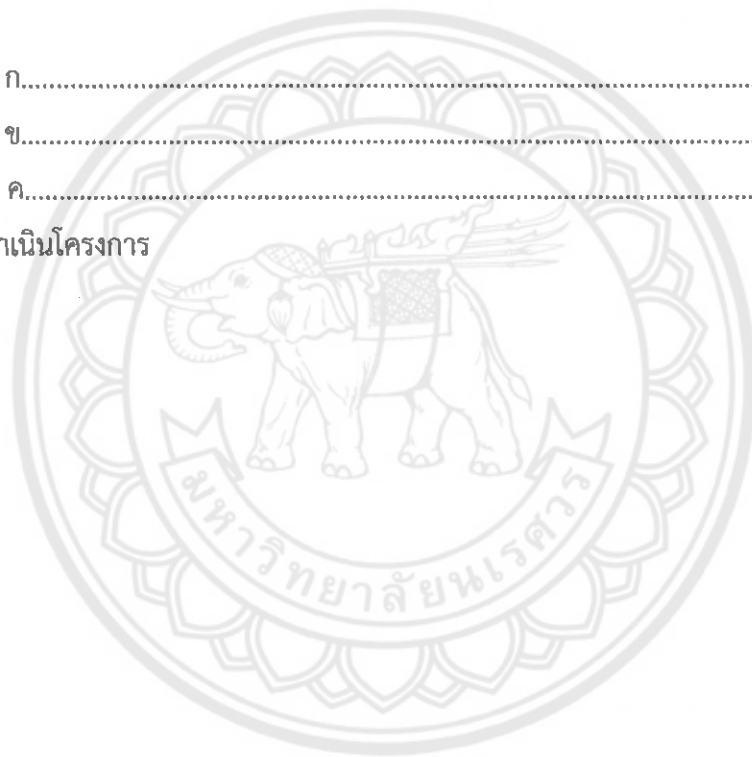
	หน้า
ใบรับรองปริญญาบัตร.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ญ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน.....	1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ.....	2
1.5 ขอบเขตการดำเนินโครงการ.....	2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ.....	2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ.....	2
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ.....	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	4
2.1 การจัดการตามหลักการจัดการทั่วไป.....	4
2.2 ทฤษฎีวงล้อเดมมิ่ง.....	7
2.3 ความหมายการประหยัดพลังงาน.....	9
2.4 การประหยัดพลังงานในโรงงาน.....	10
2.5 ประเภทของมาตรการประหยัดพลังงาน.....	11
2.6 การตรวจสอบและการวิเคราะห์การใช้พลังงาน Energy Audit	11
2.7 การควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า.....	12
2.8 เทคนิคการประหยัดพลังงานไฟฟ้า.....	15
2.9 เทคนิคการประหยัดพลังงานแก๊สหุงต้ม.....	21
2.10 เทคนิคการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง.....	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.11 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance).....	26
2.12 การจัดทำ Energy Chart.....	33
2.13 การวิเคราะห์ Energy Chart.....	35
2.14 การจัดทำ Energy Layout.....	37
2.15 การจัดทำสมการพลังงาน Energy Equation.....	37
2.16 เทคนิคการเขียนแบบสอบถามสำหรับการทำวิจัย หรือ วิทยานิพนธ์.....	42
2.17 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	48
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ.....	51
3.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงาน.....	51
3.2 เก็บข้อมูลดัชนีชี้วัดก่อนทำโครงการ.....	51
3.3 จัดทำนโยบายสร้างทีมอนุรักษ์พลังงาน.....	52
3.4 การจัดทำบัญชีเครื่องจักร.....	52
3.5 นำมาตรการและระเบียบวิธีการปฏิบัติไปบังคับใช้ในโรงงาน.....	53
3.6 ติดตามมาตรการและระเบียบปฏิบัติ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลประจำทุกเดือน.....	53
3.7 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีชี้วัดหลังปรับปรุง.....	54
3.8 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานหลังปรับปรุง.....	54
3.9 สรุปผลและจัดทำรายงาน.....	54
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....	55
4.1 การสำรวจสภาพเบื้องต้น.....	55
4.2 เก็บข้อมูลดัชนีชี้วัดก่อนทำโครงการ.....	56
4.3 การวางยุทธศาสตร์การจัดการพลังงาน.....	66
4.4 การจัดทำบัญชีเครื่องจักร,Energy Chart ,Energy Layout และEnergy Equation...68	
4.5 นำมาตรการและระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงานไปบังคับใช้.....	99
4.6 เก็บข้อมูลหลังจากปฏิบัติตามมาตรการ และระเบียบปฏิบัติ.....	102
4.7 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีชี้วัดหลังปรับปรุง.....	104
4.8 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานและการประเมินผลความพึงพอใจ.....	111

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	115
5.1 สรุปการทำโครงการวิจัย.....	115
5.2 ปัญหาในการดำเนินโครงการวิจัย.....	121
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	122
เอกสารอ้างอิง.....	123
ภาคผนวก ก.....	124
ภาคผนวก ข.....	128
ภาคผนวก ค.....	147
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงานโครงการโครงการ Gantt chart.....	3
2.1 ค่าไฟฟ้าอัตราปกติ.....	13
2.2 ค่าไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time Of Use Rate : TOU).....	13
2.3 ประสิทธิภาพของหม้อแปลงประสิทธิภาพสูงกับหม้อแปลงธรรมดาที่พิกัดต่ำ.....	16
2.4 ประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำที่พิกัด.....	19
2.5 การเปรียบเทียบก๊าซหุงต้มและNGV.....	23
2.6 การอ้างอิงราคาแก๊สหุงต้ม LPG.....	23
2.7 เปรียบเทียบการสิ้นเปลืองน้ำมัน.....	24
2.8 การอ้างอิงราคาน้ำมัน.....	25
2.9 ความถี่ในการตรวจสอบ อุปกรณ์ เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม.....	31
2.10 ตัวอย่าง Energy Chart.....	35
2.11 หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่างๆ ปริมาณของเชื้อเพลิง.....	39
2.12 ตัวอย่างการคำนวณค่าพลังงานจากน้ำมันและถ่านหิน.....	41
4.1 ข้อมูลการผลิตปลาต้ม.....	55
4.2 เวลาการผลิต.....	55
4.3 ผลผลิตปลาต้มรายเดือนในรอบ 12 เดือน ในปี 2552.....	56
4.4 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี 2552.....	58
4.5 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชนิดน้ำมันดีเซลในปี 2552.....	59
4.6 ปริมาณการใช้แก๊สหุงต้มในปี 2552.....	61
4.7 การใช้พลังงานรวม.....	62
4.8 ดัชนีชี้วัดก่อนทำโครงการ.....	65
4.9 บัญชีอุปกรณ์และเครื่องจักรในสายการผลิต.....	68
4.10 Energy Chart กระบวนการผลิตปลาต้ม.....	72
4.11 การหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในหนึ่งชั่วโมงจากข้อมูลการใช้พลังงานปี2552.....	96
4.12 สรุปการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน มาตรการลดการใช้พลังงาน...98	
4.13 ตัวอย่างระเบียบปฏิบัติของเครื่องทอดเกลือปลา.....	99
4.14 ข้อมูลการใช้พลังงานในโรงงานผลิตปลาต้ม ปี 2553.....	103
4.15 สรุปผลดัชนีชี้วัดช่วงการทำโครงการ.....	105
4.16 การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าความคาดเคลื่อนของปี 2553.....	106
4.17 การพยากรณ์การใช้พลังงานแก๊สและค่าความคาดเคลื่อนของปี 2553.....	108

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.18 การพยากรณ์การใช้พลังงานน้ำมันและค่าความคาดเคลื่อนของปี 2553.....	109
4.19 สรุปผลการประหยัดพลังงาน.....	111
4.20 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกเพศ.....	112
4.21 จำนวนคนที่เลือกระดับคะแนนความพึงพอใจ.....	113
4.22 จำนวนคะแนนตามระดับความพึงพอใจ.....	113
5.1 สรุปการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการที่ดำเนินงาน.....	118
5.2 สรุปผลดัชนีชี้วัดช่วงการทำโครงการ.....	120
5.3 การเปรียบพลังงานที่ดัชนีชี้วัดก่อนทำกับช่วงทำการศึกษา.....	121
ก.1 เครื่องจักรและอุปกรณ์สายการผลิต.....	125



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 วงจร PDCA.....	7
2.2 ตัวอย่างลักษณะปัญหาวงจร PDCA.....	7
2.3 หม้อแปลงไฟฟ้า.....	15
2.4 มอเตอร์.....	17
2.5 ตู้แช่เย็น 10 ตัน.....	20
2.6 แก๊สหุงต้ม.....	21
4.1 เครื่องมิ้วัด Power meter.....	57
4.2 กราฟสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2552.....	58
4.3 กราฟสถิติการใช้พลังงานน้ำมันดีเซล ปี 2552.....	60
4.4 กราฟสถิติการใช้พลังงานแก๊ส ปี 2552	61
4.5 สัดส่วนการใช้พลังงาน	62
4.6 ขั้นตอนกระบวนการผลิตพลาสติก.....	63
4.7 ผังโครงสร้างคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานของโรงงาน.....	67
4.8 Energy Layout โรงงานผลิตพลาสติก.....	70
4.9 ลักษณะของตู้แช่เย็น.....	76
4.10 เครื่องชอคเก็ตพลาสติก.....	77
4.11 เครื่องคลุกเคล้าผสม.....	77
4.12 เตาแก๊ส.....	78
4.13 ถังแก๊ส.....	78
4.14 แผนภาพการตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์ขณะทำงาน.....	82
4.15 ตัวอย่างระยะหาศูนย์กลางแกนเพลลาหมุน.....	83
4.16 ลักษณะตู้แช่เย็นขนาด 5 ตัน 2 ชุด.....	84
4.17 ลักษณะการใช้งานตู้แช่เย็น.....	85
4.18 ตู้แช่เย็นในการเพิ่มอุณหภูมิ จาก -7°c เป็น -3°c	87
4.19 การปรับอุณหภูมิตู้แช่เย็น -3°c	87
4.20 ถังแก๊สในโรงงานผลิตพลาสติก.....	90
4.21 ลักษณะการนอนถังแก๊สในโรงงานผลิตพลาสติกเมื่อแรงดันใกล้หมด.....	91
4.22 ตัวอย่างแนวทางการเพิ่มแรงดันแก๊สด้วยการให้ความร้อนกันถัง.....	91
4.23 เตาแก๊สที่ใช้หุงข้าวเหนียว.....	93
4.24 ลักษณะการใช้งานเตาแก๊ส.....	94

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.25 Flow diagram ใบซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร.....	100
4.26 การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเครื่องขุดเกล็ดปลา.....	101
4.27 กราฟเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าจริงกับการพยากรณ์.....	107
4.28 กราฟเปรียบเทียบการใช้แก๊สจริงกับการพยากรณ์.....	108
4.29 กราฟเปรียบเทียบการใช้น้ำมันจริงกับการพยากรณ์.....	110
ก.1 Energy Layout พลังงานแก๊ส.....	127
ข.1 ใบระเบียบปฏิบัติเครื่องขุดเกล็ดปลา.....	129
ข.2 ใบระเบียบปฏิบัติเครื่องคลุกเคล้าผสม.....	130
ข.3 ใบระเบียบปฏิบัติเครื่องบดน้ำแข็ง.....	131
ข.4 ใบระเบียบปฏิบัติถังแก๊ส.....	132
ข.5 ใบระเบียบปฏิบัติเตาแก๊ส.....	133
ข.6 ใบระเบียบปฏิบัติตู้แช่เย็น.....	134
ข.7 ใบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเครื่องขุดเกล็ดปลา.....	135
ข.8 ใบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเครื่องบดน้ำแข็ง.....	136
ข.9 ใบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเครื่องคลุกเคล้าผสม.....	137
ข.10 ใบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันถังแก๊ส.....	138
ข.11 ใบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเตาแก๊ส.....	139
ข.12 ใบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้แช่เย็น.....	140
ข.13 ใบเปลี่ยนอะไหล่เครื่องขุดเกล็ดปลา.....	141
ข.14 ใบเปลี่ยนอะไหล่เครื่องบดน้ำแข็ง.....	142
ข.15 ใบเปลี่ยนอะไหล่เครื่องคลุกเคล้าผสม.....	143
ข.16 ใบเปลี่ยนอะไหล่ถังแก๊ส.....	144
ข.17 ใบเปลี่ยนอะไหล่เตาแก๊ส.....	145
ข.18 ใบเปลี่ยนอะไหล่ตู้แช่เย็น.....	146
ค.1 ตัวอย่างที่ 1 รายละเอียดผู้ประเมิน.....	148
ค.2 ตัวอย่างที่ 1 แบบประเมิน.....	149

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
ค.3 ตัวอย่างที่ 2 รายละเอียดผู้ประเมิน.....	150
ค.3 ตัวอย่างที่ 2 แบบประเมิน.....	151
ค.4 ตัวอย่างที่ 3 รายละเอียดผู้ประเมิน.....	152
ค.4 ตัวอย่างที่ 3 แบบประเมิน.....	153



สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

MJ	=	Mega Joules
KW	=	กิโลวัตต์
KVA	=	กิโลวัตต์-แอมป์
KWh	=	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
Kcal	=	กิโลแคลอรี
TOU	=	Time of Use Rate
Ft	=	ค่าไฟฟ้าแปรผัน
IEEE	=	Institute of Electrical and Electronics Engineers
Hp	=	Horse Power
LPG	=	Liquefied Petroleum Gas
NGV	=	Natural Gas Vehicles
Psi	=	Pound per Square Inch (หน่วยวัดความดัน)
PERT	=	Program Evaluation and Review Technique (เทคนิคการประเมินผลและทบทวนโครงการ)
CAM	=	Critical Path Method (ระเบียบวิธีวิฤติ)
PM	=	Preventive Maintenance

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันเรื่องพลังงานในอุตสาหกรรมเป็นสิ่งสำคัญและถูกมองข้าม ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากจะเน้นการเพิ่มผลผลิตเพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้เน้นการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมด้านการแปรรูปเนื้อสัตว์ ดังนั้นการจัดการพลังงานนับมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะส่งผลต่อต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น และด้านสิ่งแวดล้อม โดยลืมนองถึงวัตถุประสงค์ที่แท้จริงของการดำเนินงาน ซึ่งลดต้นทุนการผลิตให้อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุด ดังนั้นเมื่อภาคอุตสาหกรรมคิดที่จะลดต้นทุนพลังงานจึงมักลดการใช้พลังงานสิ้นเปลืองเฉพาะจุด เช่น การลดการใช้แสงสว่าง การลดเวลาในการใช้เครื่องปรับอากาศ การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องจักรบางชิ้น โดยไม่มีการวิเคราะห์กระบวนการในอุตสาหกรรมทั้งระบบ ทำให้กิจกรรมลดการใช้พลังงานส่วนใหญ่ลดการใช้พลังงานได้น้อย ซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการส่วนใหญ่รู้สึกว่าการกิจกรรมที่ไม่คุ้มค่าในการลดต้นทุน หรือให้ความสำคัญน้อยกว่าการพัฒนางานฝ่ายผลิตโดยตรง ซึ่งเราสามารถสร้างภาพให้เห็นการเปลี่ยนแปลงด้วยตัวเลข กราฟ ซึ่งจะทำให้มีความน่าสนใจและนำลงทุนกับกิจกรรมการจัดการพลังงาน

ดังนั้นจึงได้มีการจัดการพลังงานกรณีศึกษาโรงงานผลิตแปรรูปปลา ซึ่งผลิตปลาสามมีกระบวนการผลิตที่ใช้พลังงานในหลายขั้นตอน โดยยังไม่ได้นำหลักการการจัดการด้านพลังงานเข้ามาใช้อย่างเป็นระบบในการใช้พลังงานไฟฟ้า แก๊ส เครื่องทำความเย็นและน้ำมัน รวมถึงระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1. ศึกษาพฤติกรรมและสภาพปัญหาการใช้พลังงานในโรงงาน

1.2.2. หาแนวทาง มาตรการในการประหยัด เพื่อลดค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าพลังงานแก๊สหุงต้ม และค่าพลังงานน้ำมันเชื้อเพลิง

1.2.3. จัดทำระบบการจัดการพลังงานในสถานประกอบการ

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

เข้าใจสภาพปัญหาการใช้พลังงานและกำหนดแนวทางและมาตรการในการประหยัดพลังงานในโรงงานผลิตปลาสาม

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

1.4.1 แนวทางและมาตรการการประหยัดพลังงานที่สามารถลดค่าพลังงานในหน่วยค่าความร้อน Mega joules (MJ) ไม่น้อยกว่า 5% ต่อหน่วยการผลิต

1.4.2 สร้างความพึงพอใจให้กับพนักงานในโรงงาน 80%

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ

ศึกษาเฉพาะการจัดการพลังงานไฟฟ้า เครื่องทำความเย็น แก๊สหุงต้มและน้ำมันในโรงงานผลิตปลาสำลจังหวัดเพชรบูรณ์ (ศึกษาในช่วงเดือน มกราคม 2553 - มีนาคม 2554)

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ

โรงงานผลิตปลาสำล จังหวัดเพชรบูรณ์

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

เดือน มกราคม 2553 - มีนาคม 2554

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ (Gantt Chart)



ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน (Gantt Chart)

ลำดับ	การดำเนินงาน	ม.ค. 53	ก.พ. 53	มี.ค. 53	เม.ย. 53	พ.ค. 53	มิ.ย. 53	ก.ค. 53	ส.ค. 53	ก.ย. 53	ต.ค. 53	พ.ย. 53	ธ.ค. 53	ม.ค. 54	ก.พ. 54	มี.ค. 54	
1	ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง																
2	เข้าศึกษาสภาพปัญหาในงาน																
3	วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับมาได้																
4	วางระบบการจัดการและออกมาตรการต่างๆ																
5	นำมาตรการบังคับใช้																
6	ติดตามควบคุมและเก็บข้อมูล																
7	นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีชี้วัดปรับปรุง เพื่อสร้างระบบการจัดการ																
8	เปรียบเทียบดัชนีชี้วัดก่อนทำหลังทำการปฏิบัติงานปรับปรุงการจัดการ																
9	สรุปผลและจัดทำสรุปเล่ม																

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

ในปัจจุบันค่าไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง และแก๊สหุงต้มก็เป็นปัจจัยสำคัญในการบริหารต้นทุนการผลิตซึ่งค่าไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง และแก๊สหุงต้มมีค่าสูงขึ้นจึงเป็นสาเหตุทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นไปด้วย ดังนั้นการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง และแก๊สหุงต้ม โดยไม่ให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสินค้า แต่สามารถทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงได้ เพิ่มความสามารถในการแข่งขันด้านการตลาดสูงขึ้น เป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการต้องหาหนโยบายในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง และแก๊สหุงต้มที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในกระบวนการผลิต

2.1 การจัดการตามหลักการจัดการทั่วไป

ตามทฤษฎีการจัดการของ Henri Fayol มีความเชื่อว่า เป็นไปได้ที่เราจะหาทางศึกษาถึงศาสตร์ที่เกี่ยวกับการบริหาร (Administrative sciences) ซึ่งสามารถใช้ได้กับการบริหารทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นการบริหารงานอุตสาหกรรมหรืองานรัฐบาล Fayol ได้สรุปสาระสำคัญตามแนวความคิดของตนไว้ดังนี้

2.1.1 เกี่ยวกับหน้าที่การจัดการ (Management functions) Fayol ได้อธิบายถึงกระบวนการจัดการงานว่า ประกอบด้วยหน้าที่ (functions) ทางการจัดการ 5 ประการ คือ

2.1.1.1 การวางแผน (Planning) หมายถึง ภาระหน้าที่ของผู้บริหารที่จะต้องทำการคาดการณ์ล่วงหน้าถึงเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่จะมีผลกระทบต่อธุรกิจ และกำหนดขึ้นเป็นแผนการปฏิบัติงานหรือวิถีทางที่จะปฏิบัติเอาไว้ เพื่อสำหรับเป็นแนวทางของการทำงานในอนาคต

2.1.1.2 การจัดองค์การ (Organizing) หมายถึง ภาระหน้าที่ที่ผู้บริหารจะต้องจัดให้มีโครงสร้างของงานต่าง ๆ และอำนาจหน้าที่ ทั้งนี้เพื่อให้เครื่องจักร สิ่งของและตัวคน อยู่ในส่วนประกอบที่เหมาะสม ในอันที่จะช่วยให้งานขององค์การบรรลุผลสำเร็จได้

2.1.1.3 การบังคับบัญชาสั่งการ (Commanding) หมายถึง หน้าที่ในการสั่งงานต่างของผู้ใต้บังคับบัญชา ซึ่งกระทำให้สำเร็จผลด้วยดี โดยที่ผู้บริหารจะต้องกระทำตนเป็นตัวอย่างที่ดีจะต้องเข้าใจคนงานของตน

2.1.1.4 การประสานงาน (Coordinating) หมายถึง ภาระหน้าที่ที่จะต้องเชื่อมโยงงานของทุกคนให้เข้ากันได้ และกำกับให้ไปสู่จุดมุ่งหมายเดียวกัน

2.1.1.5 การควบคุม (Controlling) หมายถึง ภาระหน้าที่ในการที่จะต้องกำกับให้สามารถประกันได้ว่ากิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำไปนั้นสามารถเข้ากันได้กับแผนที่ได้วางไว้แล้ว ทั้ง 5 หน้าที่ที่ Fayol ได้วิเคราะห์แยกแยะไว้นี้ ถือได้ว่าเป็นวิถีทางที่จะให้ผู้บริหารทุกคน สามารถบริหารงานของตน ให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายได้

2.1.2 คุณลักษณะของผู้บริหาร

ผู้บริหารจะต้องมีคุณลักษณะพร้อมความสามารถทางร่างกาย จิตใจ ไหวพริบ การศึกษา หาความรู้ เทคนิคในการทำงาน และประสบการณ์ต่าง ๆ Fayol แยกแยะให้เห็นว่าคุณสมบัติทางด้านเทคนิควิธีการทำงาน นั้น สำคัญที่สุดในระดับคนงานธรรมดา แต่สำหรับระดับสูงขึ้นไปกว่านั้น ความสามารถทางด้านบริหาร จะเพิ่มพูนตามลำดับ และมีความสำคัญมากที่สุดในระดับผู้บริหารชั้นสุดยอด (Top executive) ควรจะได้มีการอบรม (Training) ความรู้ทางด้านบริหารควบคู่กันไปกับความรู้ทางด้านเทคนิคในการทำงาน

2.1.3 เกี่ยวกับหลักจัดการ (Management principles) Fayol ได้วางหลักทั่วไปที่ใช้ในการบริหารไว้ 14 ข้อ ซึ่งใช้สำหรับเป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับผู้บริหาร หลักทั่วไปดังกล่าวมีดังนี้ คือ

2.1.3.1 หลักที่เกี่ยวกับอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบ (Authority & responsibility) คือ อำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบเป็นสิ่งที่แยกจากกันมิได้ ผู้ซึ่งมีอำนาจหน้าที่ที่จะออกคำสั่งได้ นั้น ต้องมีความรับผิดชอบต่อผลงานที่ตนทำไปนั้นด้วย

2.1.3.2 หลักของการมีผู้บังคับบัญชาเพียงคนเดียว (Unity of command) คือ ในการกระทำใด ๆ คนงานควรได้รับคำสั่งจากผู้บังคับบัญชาเพียงคนเดียวเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เกิดความสับสนในคำสั่งด้วยการปฏิบัติตามหลักข้อนี้ ย่อมจะช่วยให้สามารถจัดสาเหตุแห่งการเกิดข้อขัดแย้งระหว่างแผนงาน และระหว่างบุคคลในองค์การให้หมดไป

2.1.3.3 หลักของการมีจุดมุ่งหมายร่วมกัน (Unity of direction) กิจกรรมของกลุ่มที่มีเป้าหมายอันเดียวกันควรจะต้องดำเนินไปในทิศทางเดียวกันและสอดคล้องกัน เป็นไปตามแผนงานเพียงอันเดียวร่วมกัน

2.1.3.4 หลักของการธำรงไว้ซึ่งสายงาน (Scalar chain) สายงานอันนี้คือสายการบังคับบัญชาจากระดับสูงมายังระดับต่ำสุด ด้วยสายการบังคับบัญชาดังกล่าวจะอำนวยให้การบังคับบัญชาเป็นไปตามหลักของการมีผู้บังคับบัญชาเพียงคนเดียว และช่วยให้เกิดระเบียบในการส่งทอดข่าวสารข้อมูลระหว่างกันอีกด้วย

2.1.3.5 หลักของการแบ่งงานกันทำ (Division of work or specialization) คือ การแบ่งแยกงานกันทำตามความถนัด โดยไม่คำนึงถึงว่าจะเป็นการงานด้านบริหารหรือด้านเทคนิค

2.1.3.6 หลักเกี่ยวกับระเบียบวินัย (Discipline) โดยถือว่าระเบียบวินัยในการทำงานนั้น เกิดจากการปฏิบัติตามข้อตกลงในการทำงาน ทั้งนี้โดยมุ่งที่จะก่อให้เกิดการเคารพเชื่อฟัง และทำงาน

ตามหน้าที่ด้วยความตั้งใจ เรื่องดังกล่าวนี้ จะทำได้ก็โดยที่ผู้บังคับบัญชาต้องมีความซื่อสัตย์สุจริต และเป็นตัวอย่างที่ดี ข้อตกลงระหว่างผู้บังคับบัญชาและผู้อยู่ใต้บังคับบัญชา จะต้องเป็นไปอย่างยุติธรรมมากที่สุด และจะต้องยึดถือเป็นหลักปฏิบัติอย่างคงเส้นคงวา

2.1.3.7 หลักของการถือประโยชน์ส่วนบุคคลเป็นรองประโยชน์ส่วนรวม (Subordination of individual to general interest) หลักข้อนี้ระบุว่า ส่วนรวมย่อมสำคัญกว่าส่วนย่อยต่าง ๆ เพื่อที่จะให้สำเร็จผลตามเป้าหมายของกลุ่ม (องค์การ) นั้น ผลประโยชน์ส่วนตัวเสียของกลุ่มย่อมต้องสำคัญเหนืออื่นใดทั้งหมด

2.1.3.8 หลักของการให้ผลประโยชน์ตอบแทน (Remuneration) การให้และวิธีการจ่ายผลประโยชน์ตอบแทนควรที่จะยุติธรรม และให้ความพอใจมากที่สุดแก่ทั้งฝ่ายลูกจ้างและนายจ้าง

2.1.3.9 หลักของการรวมอำนาจไว้ส่วนกลาง (Centralization) หมายถึง ว่าในการบริหาร จะมีการรวมอำนาจไว้ที่จุดศูนย์กลาง เพื่อให้ควบคุมส่วนต่าง ๆ ขององค์การไว้ได้เสมอ และการกระจายอำนาจจะมากน้อยเพียงใดก็ย่อมแล้วแต่กรณี

2.1.3.10 หลักของความมีระเบียบเรียบร้อย (Order) ทุกสิ่งทุกอย่างไม่ว่าสิ่งของหรือคนต่างต้องมีระเบียบและรู้ว่าตนอยู่ในที่ใดของส่วนรวม หลักนี้ก็คือหลักมูลฐานที่ใช้ในการจัดสิ่งของและตัวคนในการจัดองค์การนั่นเอง

2.1.3.11 หลักของความเสมอภาค (Equity) ผู้บริหารต้องยึดถือความเอื้ออารีและความยุติธรรมเป็นหลักปฏิบัติต่อผู้อยู่ใต้บังคับบัญชา ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งความจงรักภักดี และการอุทิศตนเพื่องาน

2.1.3.12 หลักของความมีเสถียรภาพของการว่าจ้างทำงาน (Stability of tenure) กล่าวได้ว่า ทั้งผู้บริหารและคนงานต้องใช้เวลาระยะหนึ่ง เพื่อเรียนรู้งานจนทำงานได้ดี การที่คนเข้าออกมากย่อมเป็นสาเหตุให้ต้องสิ้นเปลือง และเป็นผลของการบริหารงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ

2.1.3.13 หลักของความคิดริเริ่ม (Initiative) เนื่องจากว่าคนฉลาดย่อมต้องการที่จะได้รับความพอใจจากการที่ตนได้ทำอะไรด้วยตัวเอง ดังนั้น ผู้บังคับบัญชาควรเปิดโอกาสให้ผู้ผู้น้อยได้ใช้ความคิดริเริ่มของตนบ้าง

2.1.3.14 หลักของความสามัคคี (Esprit de corps) เน้นถึงความจำเป็นที่คนต้องทำงานเป็นกลุ่มที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (Teamwork) และชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการติดต่อสื่อสาร (Communication) เพื่อให้ได้มาซึ่งกลุ่มทำงานที่ดี

2.2 ทฤษฎีวงล้อเดมมิง



รูปที่ 2.1 วงจร PDCA

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/uploads/61/61154.doc>

PDCA คือ วงจรการบริหารงานคุณภาพ ประกอบด้วย

P = Plan คือการวางแผนจากวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่ได้กำหนดขึ้น

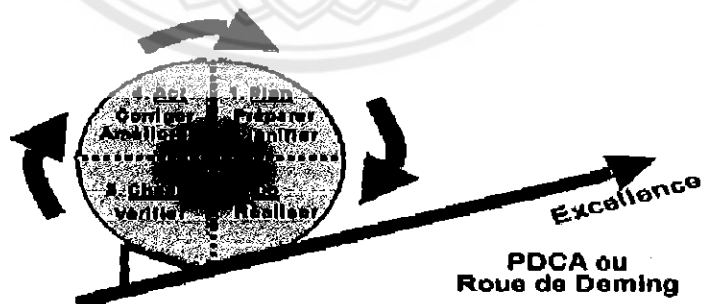
D = Do คือการปฏิบัติตามขั้นตอนในแผนงานที่ได้เขียนไว้อย่างเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง

C = Check คือ การตรวจสอบผลการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนของแผนงานว่ามีปัญหาอะไรเกิดขึ้น จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขแผนงานในขั้นตอนใดบ้าง

A = Action คือ การปรับปรุงแก้ไขส่วนที่มีปัญหา หรือถ้าไม่มีปัญหาใดๆ ก็ยอมรับ แนวทางการปฏิบัติตามแผนงานที่ได้ผลสำเร็จ เพื่อนำไปใช้ในการทำงานครั้งต่อไป

เมื่อได้แผนงาน (P) นำไปปฏิบัติ (D) ระหว่างปฏิบัติก็ดำเนินการตรวจสอบ(C) พบปัญหาก็กทำการแก้ไขหรือปรับปรุง (A) การปรับปรุงก็เริ่มจากการวางแผนก่อน วนไปเรื่อยๆ จึงเรียกววงจร PDCA

PDCA



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างลักษณะปัญหาวงจร PDCA

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/uploads/61/61154.doc>

2.2.1 ประโยชน์ของ PDCA

2.2.1.1 การวางแผนงานก่อนการปฏิบัติงาน จะทำให้เกิดความพร้อมเมื่อได้ปฏิบัติงานจริง การวางแผนงานควรวางให้ครบ 4 ชั้น ดังนี้

ก. ชั้นการศึกษา คือการวางแผนศึกษาข้อมูล วิธีการ ความต้องการของตลาด ข้อมูลด้านวัตถุดิบ ด้านทรัพยากรที่มีอยู่หรือเงินทุน เป็นต้น

ข. ชั้นเตรียมงาน คือการวางแผนเตรียมงานด้านสถานที่ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ความพร้อมของพนักงาน อุปกรณ์ เครื่องจักร วัตถุดิบ เป็นต้น

ค. ชั้นดำเนินงาน คือการวางแผนแนวทางการปฏิบัติงานของแต่ละส่วนแต่ละฝ่าย เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายขาย ฝ่ายโฆษณา เป็นต้น

ง. ชั้นการประเมินผล คือการวางแผนหรือเตรียมการประเมินผลอย่างเป็นระบบ เช่น ประเมินจากยอดการจำหน่าย ประเมินจากคำติชมของลูกค้า หรือประเมินจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยเฉพาะ เพื่อให้ผลที่ได้จากการประเมินเกิดความเที่ยงตรง

2.2.1.2 การปฏิบัติตามแผนงาน ทำให้ทราบขั้นตอน วิธีการ และสามารถเตรียมงานล่วงหน้าหรือทราบอุปสรรคล่วงหน้าด้วย ดังนั้น การปฏิบัติงานก็จะเกิดความราบรื่น และเรียบร้อยนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้

2.2.1.3 การตรวจสอบ ให้ได้ผลที่เที่ยงตรงเชื่อถือได้ ประกอบด้วย

ก. ตรวจสอบจากเป้าหมายที่กำหนดไว้

ข. มีเครื่องมือที่เชื่อถือได้

ค. มีเกณฑ์การตรวจสอบที่ชัดเจน

ง. มีกำหนดเวลาการตรวจที่แน่นอน

จ. บุคลากรที่ทำการตรวจสอบต้องได้รับการยอมรับจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเมื่อการตรวจสอบได้รับการยอมรับ การปฏิบัติงาน ขึ้นต่อก็คำเนินต่อไปได้

2.2.1.4 การปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนใดก็ตาม เมื่อมีการปรับปรุงแก้ไขคุณภาพก็เกิดขึ้น ดังนั้น วงจร PDCA จึงเรียกว่า วงจรบริหารงานคุณภาพ

2.2.2 ประเภทของแผนงาน

2.2.2.1 การวางแผนงานตามระยะเวลา

ก. แผนงานประจำปี (Year Plan) เป็นแผนงานที่เขียนขึ้นเพื่อวางแผนแนวทางการปฏิบัติงานตลอดทั้งปี หน่วยงานหรือองค์กรขนาดใหญ่ที่คำนึงถึงความมั่นคงในอนาคต จะทำแผนงานระยะ 5 ปี หรือ 10 ปี

ข. แผนงานประจำไตรมาส เป็นแผนงานที่เขียนขึ้นเพื่อกำหนดแนวทางการปฏิบัติงานระยะเวลา 3 เดือน ตามเกณฑ์ประเมินผลทางเศรษฐกิจของกระทรวงพาณิชย์ นอกจากนี้

บุคลากรหรือหน่วยงานจะต้องเขียนแผนดำเนินงานในส่วนของหน่วยงาน โดยการกำหนดระยะเวลา 1 เดือน หรือ 1 สัปดาห์

2.2.2.2 การแบ่งแผนงานตามความรับผิดชอบ

ก. แผนงานส่วนบุคคล (Personal Plan) บุคคลที่สามารถสร้างสรรค์ผลงานคุณภาพจะต้องมีแผนงานของตนเอง เริ่มจากแผนงานระยะเวลา 1-5 ปี เพื่อเตรียมความพร้อมด้านการศึกษา ด้านเงินทุน ด้านสังคมและด้านอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการสร้างผลงาน แผนปฏิบัติงานตามความคิดสร้างสรรค์รวมถึงกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหาและหาแนวทางไปสู่ความสำเร็จ

ข. แผนงานขององค์กร หรือหน่วยงาน

2.2.2.3 การแบ่งแผนงานตามลักษณะการใช้งาน

ก. แผนงานหลัก (Master Plan) เป็นแผนงานขององค์กร ได้กำหนดเป้าหมายนโยบาย วัตถุประสงค์ขององค์กร ทุกหน่วยงานต้องทำตามและเขียนแนวทางการดำเนินงานโดยรวมขององค์กร โดยมีได้กำหนดวิธีการทำงาน

ข. แผนปฏิบัติการ (Action Plan) เป็นแผนปฏิบัติงานเฉพาะส่วนเฉพาะงาน หรือเฉพาะกิจ ที่เขียนขึ้นเพื่อเสริมให้หน่วยงานบรรลุเป้าหมายของแผนงานหลักหรือขององค์กร แผนปฏิบัติการจะมีรายละเอียดมากที่สุดเพราะเป็นแนวทางการดำเนินงานสู่เป้าหมาย

ค. แผนกลยุทธ์ (Strategic Plan) เป็นแผนปฏิบัติงานที่เขียนขึ้นอย่างเร่งด่วนเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยมิได้คาดหมาย เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือมีเหตุการณ์แทรกซ้อนทำให้ผลงานหรือคุณภาพลดลงหากไม่ทำการแก้ไข

ง. แผนปรับปรุงงาน เป็นการวางแผนอย่างต่อเนื่องจากการปรับปรุงงานตามแผนงานหลักแล้วพบปัญหาหรือข้อบกพร่อง

2.3 ความหมายของการประหยัดพลังงาน

2.3.1 การประหยัดพลังงานในโรงงาน หมายถึง การจัดการด้านการใช้พลังงานเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดโดยไม่มีผลเสียต่อกิจกรรมการผลิต โดยการพยายามใช้อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูง ลดการสูญเสียพลังงาน เกิดผลดีด้านการลดต้นทุนการผลิต และลดปัญหาด้านมลภาวะซึ่งเป็นผลดีทางอ้อม หลักการพิจารณาแนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานแบ่งออกเป็น 3 ประการ คือ

2.3.1.1 การเลือกใช้พลังงานและเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสม การเลือกใช้ชนิดของพลังงานและเชื้อเพลิงใด ควรพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพ เศรษฐกิจ และเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสมกับงานมากที่สุด โดยพิจารณาในแง่ของประสิทธิภาพรวมที่จะได้

2.3.1.2 การลดการสูญเสียและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้พลังงานในโรงงานทั้งพลังงานไฟฟ้าและความร้อน ควรศึกษาสภาพการใช้งานและรายละเอียดของอุปกรณ์ใช้พลังงานในโรงงาน ศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางลดการสูญเสียเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น การเดิน

มอเตอร์ตัวเปล่า ลมรั่ว ท่อไอน้ำรั่ว ฉนวนความร้อนเสื่อมสภาพ เป็นต้น เพื่อให้ใช้พลังงานอย่างได้ ประโยชน์สูงสุด

2.3.1.3 การนำพลังงานเหลือทิ้งที่มีคุณภาพกลับมาใช้ เป็นการศึกษาวิเคราะห์นำ พลังงานเหลือทิ้งเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เพื่อให้ประสิทธิภาพการใช้ พลังงานเพิ่มขึ้น

2.4 การประหยัดพลังงานในโรงงาน

การประหยัดพลังงานที่ได้ผลดี จะต้องเริ่มต้นที่ผู้บริหารระดับสูงของโรงงาน มีความมุ่งมั่นใน การดำเนินมาตรการต่างๆอย่างจริงจังในการดำเนินงานนั้น หน่วยงานจะต้องจัดลำดับให้กับโครงการ ประหยัดพลังงานมีความสำคัญในลำดับขั้นต้น และต้องให้การสนับสนุนในทุกๆด้าน ไม่ว่าจะเป็น งบประมาณต่างๆ รวมถึงกำลังคนและบุคลากรที่ต้องใช้ในการประหยัดพลังงานนั้นจะเกิดผลสำเร็จ สูงสุดก็ต่อเมื่อ มีการทำงานอย่างต่อเนื่องอย่างจริงจังเนื่องจากการประหยัดพลังงานนั้นจะเกี่ยวข้องกับ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ประจำวัน ตามความเปลี่ยนแปลงจากปัจจัยหลายประการทำให้ต้องมีการ ติดตามอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างเหมาะสมมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงสมควรจัด ให้การประหยัดพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของงานประจำ

2.4.1 เครื่องมือในการตรวจสอบ ติดตามผลและควบคุมการใช้พลังงานโดยทั่วไปเครื่องมือที่ใช้ใน การตรวจสอบติดตามผล และควบคุมการใช้พลังงานภายในโรงงานมีอยู่ 2 ชนิดคือ

2.4.1.1 สมรรถภาพพลังงานของโรงงาน (Plant Energy Performance) เป็นการ ชี้ให้เห็นความแตกต่างของการใช้พลังงานในอดีตและปัจจุบัน เป็นการวัดการดำเนินงานและแผนการ จัดการพลังงานว่าได้ผลเพียงใด เมื่อทำการเปรียบเทียบจะทำให้เราทราบว่าในปัจจุบันต้องใช้พลังงาน เท่าไร ที่จะผลิตให้ผลผลิตเท่ากับปีนี้ ถ้าใช้การทำงานแบบเดียวกับการผลิตในปีฐาน

$$\text{การใช้พลังงานเทียบกับปีฐาน} = \frac{\text{การใช้พลังงานปีฐาน} \times \text{ผลผลิตปีปัจจุบัน}}{\text{ผลผลิตปีที่ปีฐาน}} \quad (2.1)$$

$$\text{สมรรถภาพพลังงาน} = \frac{(\text{การใช้พลังงานเทียบกับปีฐาน} - \text{การใช้พลังงานปัจจุบัน}) \times 100\%}{\text{การใช้พลังงานเทียบกับปีฐาน}} \quad (2.2)$$

การตรวจสอบการใช้พลังงานในลักษณะนี้เป็นเพียงการตรวจสอบเบื้องต้นเท่านั้น สำหรับการตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียดจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดที่เพียงพอ ในการตรวจสอบ และมีการวิเคราะห์การใช้พลังงานเพื่อหาข้อมูลของการใช้พลังงานแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต และจุดที่มีการใช้พลังงานมากที่สุด

2.4.1.2 ดัชนีการพลังงานของโรงงานโครงการต่างๆ ในกระบวนการจัดการพลังงานจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง แนวโน้มการใช้พลังงาน อาจดูได้จากดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตเท่ากับปริมาณพลังงานที่ใช้ทั้งหมดหารด้วยปริมาณผลผลิต

$$\text{ดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิต} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้ทั้งหมด}}{\text{ปริมาณผลผลิต}} \quad (2.3)$$

2.5 ประเภทของมาตรการประหยัดพลังงาน

มาตรการต่าง ๆ ในการประหยัดพลังงาน หากพิจารณาในแง่ของการปรับปรุงหรือระดับการลงทุนโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 มาตรการ คือ

2.5.1 มาตรการบำรุงรักษาเครื่องจักร (House keeping) เป็นมาตรการที่ไม่ต้องลงทุนเลยหรือลงทุนน้อยมากดำเนินการได้ง่าย เช่น การควบคุมอากาศส่วนเกิน การปรับความตึงสายพาน ปิดไฟในตำแหน่งที่ไม่ใช้งาน ทำความสะอาด Cooling tower ที่สกปรกลดของเสีย เป็นต้น

2.5.2 มาตรการปรับปรุงกระบวนการผลิต (Process improvement) เป็นมาตรการที่มีการลงทุนไม่มาก เช่น การหุ้มฉนวน การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์ การเปลี่ยนหัวเผา (Burner) ของหม้อไอน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เป็นต้น

2.5.3 มาตรการเปลี่ยนเครื่องจักรหลัก (Major Change of Equipment) เป็นมาตรการที่มีการลงทุนสูงโดยการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือกระบวนการผลิตใหม่ เช่น เปลี่ยนหม้อไอน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์นำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ หรือติดตั้งระบบ Cogeneration เป็นต้น

2.6 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน (Energy Audit)

การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน เป็นการศึกษารวบรวมสภาพการใช้พลังงานเพื่อการจัดการพลังงานอย่างถูกต้องหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพหรือแนวทางประหยัดพลังงานได้โดยทั่วไปการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.6.1 การตรวจสอบการใช้พลังงานจากข้อมูลการใช้พลังงานในอดีต เป็นการรวบรวมและศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในปีก่อน ๆ ที่ทางโรงงานจดบันทึกไว้เพื่อต้องการทราบปริมาณพลังงานทุกรูปแบบที่ใช้ ค่าใช้จ่ายพลังงานทุกรูปแบบที่ใช้ ผลผลิตที่ได้ต่อปริมาณพลังงานที่ใช้ และรูปแบบของการใช้พลังงานในแต่ละช่วงการผลิต

2.6.2 การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยการเข้าสำรวจในโรงงาน ขั้นตอนแรกเป็นการสำรวจแผนผังของโรงงานเพื่อให้ทราบถึงลักษณะทั่วไปของโรงงาน กระบวนการผลิตและอุปกรณ์ ๆ พิจารณาบริเวณที่มีการใช้พลังงานสูง ระบบการใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ และบริเวณที่เกี่ยวข้อง

และขั้นตอนการเข้าสำรวจในโรงงาน เพื่อหาตำแหน่งที่มีการสูญเสียพลังงานและต้นเหตุการสูญเสียพลังงาน ทำการสำรวจระบบการใช้พลังงานทุกระบบ ทั้งในช่วงทำการผลิตและหยุดทำการผลิต รวมทั้งการสำรวจมาตรวัดต่างๆ ให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์การใช้พลังงานต่อไป

2.6.3 การตรวจสอบและการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด ผลจากการตรวจสอบขั้นต้น นำข้อมูลมาวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียดโดยการทำสมดุลพลังงาน เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบอุปกรณ์และปริมาณพลังงานสูญเสีย ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้เมื่อนำมาสร้างเป็นรูปแบบการใช้พลังงาน จะทำให้ทราบว่าจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนใดบ้าง และวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงแก้ไข คัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมทั้งในด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ต่อไป

2.6.4 การทำบัญชีพลังงาน (Energy Auditing) การทำบัญชีพลังงานเป็นการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานการใช้พลังงานเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานและหาแนวทางการประหยัดพลังงาน ข้อมูลพื้นฐานได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

2.6.4.1 การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยศึกษาจากใบเสร็จค่าใช้จ่ายพลังงาน (The billing audit) โดยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายพลังงานและราคาเชื้อเพลิงจากใบเสร็จค่าใช้จ่าย (เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปาและค่าเชื้อเพลิงต่างๆ) เพื่อเป็นแนวทางในการหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลผลิต

2.6.4.2 การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยศึกษาจากการลงสนามสำรวจ (The field audit) เป็นขั้นตอนหลังจากเสร็จสิ้นการตรวจสอบการใช้พลังงานโดยการศึกษาจากใบเสร็จค่าใช้จ่ายพลังงานเพื่อจัดทำรายละเอียดการใช้พลังงานในขั้นตอนของกระบวนการผลิตของอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆ

2.7 การควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า

2.7.1 การไฟฟ้า แบ่งประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าออกเป็น 8 ประเภท ดังนี้คือ

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก (มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดไม่เกิน 30 KW)

ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง (มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดตั้งแต่ 30-999 KW และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน)

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ (มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดตั้งแต่ 1,000 KW ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน)

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง (มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 30 KW ขึ้นไป)

ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

ประเภทที่ 7 สูบน้ำการเกษตร

ประเภทที่ 8 ไฟฟ้าชั่วคราว

โรงงานผลิตพลาสติกที่เข้าทำการศึกษาวิจัยตั้งอยู่ในผู้ใช้ไฟฟ้า ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการที่มีลักษณะเป็นอุตสาหกรรม รัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ แต่ไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.7.1.1 อัตราปกติ มาจากคำว่า TWO PART TARIFF คิดค่าไฟฟ้าจาก 2 ส่วน คือ พลังงานไฟฟ้า (kWh) และความต้องการพลังงานไฟฟ้า (kW) อัตรานี้ใช้กับโรงงานที่ใช้ไฟฟ้าค่อนข้างน้อย คือไม่เกิน 25,000 หน่วยต่อเดือน

ตารางที่ 2.1 ค่าไฟฟ้าอัตราปกติ

ระดับแรงดัน	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)
3.1.1 ตั้งแต่ 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	175.70	1.6660
3.1.2 22-33 กิโลโวลต์	196.26	1.7034
3.1.3 ต่ำกว่า 22 กิโลโวลต์	221.50	1.7314

ที่มา : เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา Energy conservation.

2.7.1.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU) เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่กำหนดให้ราคาแตกต่างกันตามช่วงเวลา และราคาที่แตกต่างกันตามค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์) และค่าพลังงานไฟฟ้า (หน่วย) แตกต่างกันไปดังนี้

ตารางที่ 2.2 ค่าไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)

แรงดัน	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท)
		Peak	Off Peak	
3.2.1 ตั้งแต่ 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	74.14	2.6136	1.1726	228.17
3.2.2 22-33 กิโลโวลต์	132.93	2.6950	1.1914	228.17
3.2.3 ต่ำกว่า 22 กิโลโวลต์	210.00	2.8408	1.2246	228.17

ที่มา : เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา Energy conservation.

Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์

Off Peak : เวลา 22.00 – 09.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์ และ วันเสาร์ วันอาทิตย์ วันหยุดราชการ
ตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย) ทั้งวัน อัตราค่าไฟฟ้า 1.2246 บาท ต่อหน่วย

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12
เดือนที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

หมายเหตุ

1. กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณกิโลวัตต์ และหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งไม่ได้วัดรวมไว้ด้วย
2. ประเภทที่ในตารางที่ 2.2 เป็นอัตราบังคับสำหรับผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทที่ 3 เป็นครั้งแรก ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าเดือน ตุลาคม 2543
3. ประเภทที่ในตารางที่ 2.2 เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้ารายเดิม เมื่อใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราประเภทที่ในตารางที่ 2.1ไม่ได้ ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด
4. เดือนใดความต้องการพลังงานไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ค่าไฟฟ้ายังคงคำนวณตามอัตราดังกล่าว หากความต้องการพลังงานไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน และในเดือนถัดไปก็ยังไม่ถึง 30 กิโลวัตต์อีก ให้เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า เป็นประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก อัตราปกติ

2.7.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อค่าไฟฟ้ามีอยู่ 3 ส่วน

2.7.2.1 ค่าไฟฟ้าฐาน กำหนดจากค่าลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าสายส่งไฟฟ้าสถานีจ่ายไฟฟ้า และค่าเชื้อเพลิง ค่าไฟฟ้าฐานมีอัตราแน่นอนโดยแบ่งตามผู้ใช้ไฟฟ้า 7 ประเภทอัตราค่าไฟฟ้าฐานมีการปรับปรุงครั้งล่าสุดเมื่อปี 2534 และได้แยกภาษีมูลค่าเพิ่มออกเมื่อเดือนมกราคม 2540 ปัจจุบันยังไม่มี การปรับ ซึ่งหากมีการปรับอัตราค่าไฟฟ้าฐานต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรีทั้งนี้ค่าไฟฟ้าฐานจะแสดงในรายการค่าไฟฟ้าในใบเสร็จรับเงิน

2.7.2.2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) คือ ค่าไฟฟ้าที่ปรับเปลี่ยนตามต้นทุนการผลิตระบบส่ง และระบบจำหน่ายเนื่องมาจากปัจจัยที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของการไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือนปัจจุบันจะทำการปรับ 4 เดือนต่อครั้งการปรับค่าไฟฟ้าผันแปรดำเนินการโดยคณะอนุกรรมการกำกับดูแลการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติภายใต้การกำกับดูแลของคณะกรรมการพิจารณา นโยบายพลังงาน ทั้งนี้ค่าไฟฟ้าผันแปรจะแสดงในช่อง Ft ส่วนเพิ่ม/ส่วนลดในใบเสร็จค่าไฟฟ้าหรือใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้า

2.7.2.3 ภาษีมูลค่าเพิ่ม คิดเป็นร้อยละ 7 ของค่าไฟฟ้าฐานรวมกับค่าไฟฟ้าผันแปร

2.8 เทคนิคการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

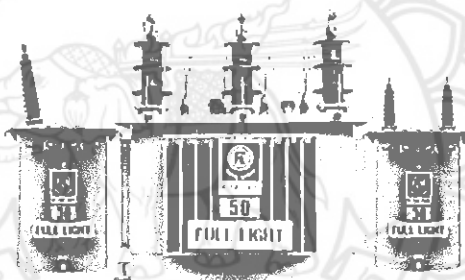
การประหยัดพลังงานไฟฟ้าสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

2.8.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์และเครื่องจักรกลไฟฟ้าต่างๆ

อุปกรณ์และเครื่องจักรกลไฟฟ้าหลักๆที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ หม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า ระบบอัดอากาศ ระบบทำความเย็น ระบบทำความร้อน และระบบแสงสว่าง เป็นต้น อุปกรณ์และเครื่องจักรไฟฟ้าเหล่านี้ มีใช้ในอาคารเช่นกัน ดังนั้น เทคนิคต่างๆในที่นี่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอาคารได้

2.8.1.1 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่ใช้แปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากแรงดันสูงเป็นแรงดันต่ำหรือเป็นแรงดันต่ำเป็นแรงดันสูงตามความต้องการใช้งานเพื่อให้การดำเนินการประหยัดพลังงานในหม้อแปลงไฟฟ้ามีประสิทธิภาพ ควรมีความเข้าใจถึงการสูญเสียพลังงานในหม้อแปลงก่อน



รูปที่ 2.3 หม้อแปลงไฟฟ้า

ที่มา : http://www.oknation.net/blog/home/blog_data/167/29167/images/55.jpg

ก. การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าประกอบด้วย

ก.1 พลังไฟฟ้าสูญเสียในขณะที่ไม่มีโหลด (No load losses) คือการสูญเสียในส่วนแกนเหล็ก ขึ้นอยู่กับค่าแรงดันไฟฟ้ายกกำลังสอง การสูญเสียจะเกิดขึ้นตลอดเวลาถ้ามีการต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยไม่ขึ้นอยู่กับโหลด

ก.2 พลังไฟฟ้าสูญเสียเนื่องจากโหลด (Load losses) คือการสูญเสียเนื่องจากความต้านทานของขดลวด ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีโหลดต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้า การสูญเสียนี้จะเกิดขึ้นกับค่ากระแสไฟฟ้ายกกำลังสอง

$$\text{ประสิทธิภาพของหม้อแปลง} = ((\text{พลังไฟฟ้าที่จ่าย}) / (\text{พลังไฟฟ้าที่จ่าย} + \text{พลังไฟฟ้าสูญเสีย})) \quad (2.4)$$

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงจะมีค่าสูงสุดเมื่อพลังไฟฟ้าสูญเสียไม่มีโหลดเท่ากับพลังไฟฟ้าเนื่องจากโหลด

ข. เทคนิคการประหยัดไฟฟ้าในหม้อแปลง

ข.1 เลือกใช้หม้อแปลงที่มีประสิทธิภาพสูง และมีขนาดที่เหมาะสมกับโหลด หม้อแปลงประสิทธิภาพสูงจะมีพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในขณะที่ไม่มีโหลดต่ำกว่าหม้อแปลงธรรมดา เนื่องจากใช้วัสดุที่มีประสิทธิภาพดีกว่า พลังไฟฟ้าสูญเสียของหม้อแปลงสามารถหาข้อมูลได้จากผู้ผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าและการเลือกขนาดควรให้เหมาะสมต่อความต้องการใช้งาน

ตารางที่ 2.3 ประสิทธิภาพของหม้อแปลงประสิทธิภาพสูงกับหม้อแปลงธรรมดาที่พิกัดต่ำ

ขนาด (กิโลโวลต์ แอมป์)	กิโลโวลต์/ โวลต์	ธรรมดา			ประสิทธิภาพสูง		
		สูญเสีย ขณะที่ไม่มี โหลด(วัตต์)	สูญเสีย เนื่องจาก โหลด(วัตต์)	ประสิทธิ ภาพสูง(%)	สูญเสียขณะที่ ไม่มีโหลด (วัตต์)	สูญเสีย เนื่องจาก โหลด(วัตต์)	ประสิทธิ ภาพสูง (%)
315	22/400	900	3,900	98.47	700	3,900	98.53
400	22/400	980	4,600	98.60	850	4,600	98.63
500	22/400	1,150	5,500	98.67	1,000	5,500	98.70
630	22/400	1,350	6,500	98.75	1,200	6,500	98.77
800	22/400	1,600	11,000	98.43	1,300	11,000	98.46
1,000	22/400	1,900	13,500	98.46	1,600	13,500	98.49
1,250	22/400	2,300	16,400	98.50	1,800	16,400	98.54
1,500	22/400	2,800	19,800	98.50	2,100	19,800	98.54
2,000	22/400	3,250	24,000	98.63	2,700	24,000	98.67

ที่มา : กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม

ข.2 ปลดแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงในขณะที่ไม่มีโหลด

เนื่องจากพลังงานสูญเสียในขณะที่ไม่มีโหลด มีค่าคงที่ขึ้นอยู่กับขนาดของหม้อแปลง แต่ไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของโหลด ดังนั้นควรทำการปลดแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิของหม้อแปลง โดยการใช้ไม้ชัก Drop Fuse หรือติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูงก็จะทำให้ไม่มีพลังงานสูญเสียขณะไม่มีโหลด

ข.3 ย้ายโหลดของหม้อแปลงที่มีโหลดน้อยมารวมกัน

ในขณะที่มีหม้อแปลงมากกว่า 1 ลูก และสามารถย้ายโหลดของหม้อแปลงลูกหนึ่งมารวมกับหม้อแปลงอีกลูกหนึ่ง โดยมีอุปกรณ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า (Tie Circuit Breaker)

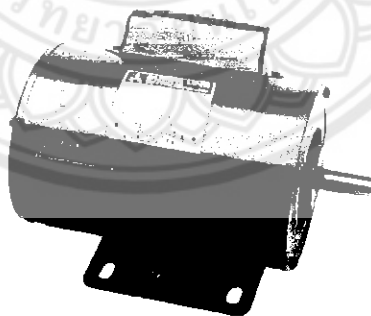
เมื่อโหลดการใช้งานของหม้อแปลงทั้งสอง ต่ำกว่าพิกัดมาก เกิดการสูญเสียในขณะไม่มีโหลดมาก ดังนั้น ถ้าย้ายโหลดของหม้อแปลงมารวมกันจะทำให้พลังงานสูญเสียรวมของหม้อแปลงลดลง เช่น ถ้าย้ายโหลดจากหม้อแปลงลูกที่ 1 ไปรวมกับหม้อแปลงลูกที่ 2 จะทำให้หม้อแปลงลูกที่ 2 มีพลังงานสูญเสียเนื่องจากโหลดเพิ่มขึ้น แต่พลังงานสูญเสียขณะไม่มีโหลดเท่าเดิม ส่วนหม้อแปลงลูกที่ 1 ถูกปล่อยออกจากระบบ ทำให้ไม่มีพลังงานสูญเสียเป็นผลให้พลังงานสูญเสียโดยรวมของระบบลดลง

ข.4 ควบคุมแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงให้อยู่ระดับที่เหมาะสม

การปรับแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิหรือโดยทั่วไปเป็นด้านแรงต่ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจะช่วยลดพลังงานสูญเสียในขณะไม่มีโหลดได้เนื่องจากพลังงานสูญเสียนี้นั้นขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้ายกกำลังสอง การควบคุมแรงดันไฟฟ้าสามารถทำได้โดยการปรับ Tap ของหม้อแปลงหรือติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า ซึ่งอุปกรณ์นั้นนอกจากจะทำหน้าที่ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมแล้วยังมีคุณสมบัติในการรักษาระดับแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้สมดุลตลอดเวลาและช่วยลดกระแสไฟฟ้าสูญเสียในช่วงสตาร์ทเครื่องจักร

2.8.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้าในสัดส่วนกว่าร้อยละ 80 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในโรงงานอุตสาหกรรม มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ชนิดเหนี่ยวนำเป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้กันมากที่สุด ในขณะที่มอเตอร์กระแสสลับชนิดซิงโครนัส (Synchronous) มักใช้สำหรับงานที่ต้องการความเร็วรอบเดียวที่แน่นอน ส่วนมอเตอร์กระแสตรงมักใช้กับกรณีที่ปรับความเร็วรอบได้ โดยใช้ อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์โดยปรับความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ จึงทำให้มอเตอร์เหนี่ยวนำถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย



รูปที่ 2.4 มอเตอร์

ที่มา : <http://ckm-machinery.tarad.com/product.detail.php?id=2220307>

ก. การสูญเสียในมอเตอร์ประกอบด้วย

ก.1 การสูญเสียในขณะไม่มีโหลด (No Load Losses)

มีค่าคงที่ขึ้นกับโหลดประกอบด้วย การสูญเสียในแกนเหล็ก (Core Loss) กับการสูญเสียจากแรงลมและแรงเสียดทาน การสูญเสียในแกนเหล็ก สัดส่วนร้อยละ 16 ของพลังงาน

สูญเสียทั้งหมดเกิดจากพลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็กที่ไหลอยู่ในแกนเหล็ก และพลังงานสูญเสียที่เกิดจากกระแสไหลวนในแกนเหล็ก การสูญเสียจากแรงลมและแรงเสียดทานสัดส่วนร้อยละ 14 ของพลังงานสูญเสียทั้งหมดเกิดจากแรงเสียดทานในตลับลูกปืนและแรงต้านของครีบริบายอากาศที่ตัวมอเตอร์

ก.2 การสูญเสียเนื่องจากโหลด (Load Losses)

เป็นพลังงานที่สูญเสียที่เพิ่มขึ้นตามขนาดของโหลด ประกอบด้วย การสูญเสียที่สเตเตอร์ การสูญเสียที่โรเตอร์ การสูญเสียจากภาระการใช้งาน (Stray Loss) โดยการสูญเสียที่สเตเตอร์ สัดส่วนร้อยละ 33 ของพลังงานสูญเสียทั้งหมดอยู่ในรูปความร้อนเกิดจากกระแสไหลผ่านขดลวดที่ตัวอยู่กับที่หรือสเตเตอร์ (Stator) และการสูญเสียที่โรเตอร์ สัดส่วนร้อยละ 15 อยู่ในรูปความร้อนเกิดจากกระแสไหลขดลวดที่ตัวหมุน หรือ โรเตอร์ (Rotor)

ก.3 การสูญเสียจากภาระใช้งาน

สัดส่วนร้อยละ 22 เกิดจากความถี่ในแกนแม่เหล็กที่โรเตอร์ ค่ากระแสไหลวนในขดลวดที่สเตเตอร์ ค่าความสูญเสียจากกระแสฮาร์มอนิกในตัวนำของโรเตอร์ขณะที่มีโหลดค่าสนามแม่เหล็กรั่วไหลที่เกิดจากกระแสโหลด

$$\text{ประสิทธิภาพของมอเตอร์ (\%)} = [(0.746 \times \text{กำลังกล(แรงแม้า)} \times 100) / \text{พลังไฟฟ้าที่ใช้(กิโลวัตต์)}] \quad (2.5)$$

ข. เทคนิคการประหยัดไฟฟ้าในมอเตอร์ไฟฟ้า

ข.1 หลีกเลี่ยงการเดินมอเตอร์ขณะไม่มีโหลดเนื่องจากพลังไฟฟ้าที่ป้อนให้มอเตอร์จะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานสูญเสียทั้งหมด

ข.2 เลือกใช้ขนาดของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับโหลด ไม่ใหญ่หรือเล็กเกินไป การใช้มอเตอร์ที่มีขนาดพิกัดใหญ่เกินไปจะทำให้มอเตอร์ทำงานที่โหลดต่ำ ซึ่งจะมีประสิทธิภาพและเพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำ มอเตอร์ที่มีโหลดต่ำกว่าร้อยละ 40 ของขนาดพิกัด จะมีประสิทธิภาพลดลงมาก แต่ถ้าใช้มอเตอร์ที่มีขนาดเล็กกว่าโหลดก็จะทำให้มอเตอร์ทำงานในสภาวะเกินพิกัด อายุการใช้งานของมอเตอร์ก็จะสั้นลง

ข.3 เลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะมีการสูญเสียลดลงเนื่องจากการใช้แผ่นเหล็กซิลิกอนคุณภาพสูงและบาง สำหรับทำแกนเหล็กเพื่อลดการสูญเสียที่เกิดจากกระแสไหลวน ใช้ลวดทองแดงขนาดใหญ่เพื่อลดความต้านทานในขดลวดปรับปรุงการออกแบบ เช่น ลดช่องว่างระหว่างสเตเตอร์กับโรเตอร์ เพื่อให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากสเตเตอร์วิ่งผ่านไปยังโรเตอร์ที่มีความเข้มสูงขึ้น เป็นต้น

ค. หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณามอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง

ค.1 สภาพโดยทั่วไป สังเกตความเสียหายบนตัวถังของมอเตอร์หรือฉนวนมอเตอร์ที่ผ่านการซ่อมแซมหรือการพันขดลวดใหม่มาแล้วหลายครั้ง มอเตอร์เหล่านี้เหมาะสมที่จะเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ค.2 อายุการใช้งาน มอเตอร์ที่มีอายุการใช้งานมาก ประสิทธิภาพจะต่ำลง

ค.3 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี มอเตอร์ที่ใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง จะมีศักยภาพที่จะเปลี่ยนมากที่สุด แต่ถ้าเวลาการใช้งานไม่มาก ก็ควรพิจารณาว่ามอเตอร์มีขนาดใหญ่ไปหรือไม่

ค.4 ความเร็วใช้งานมอเตอร์ที่ทำงานที่ความเร็วระหว่าง 1,500-3,000 รอบ/นาที จะเหมาะสมที่สุด ประสิทธิภาพของมอเตอร์มีหลายมาตรฐานแตกต่างกันตามสถาบันที่ทดสอบ ในที่นี้จะอ้างอิงถึงมาตรฐานของ IEEE 112 Method B

ตารางที่ 2.4 ประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำที่พิกัด

ขนาดพิกัด (แรงม้า)	ตารางแสดงประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำที่พิกัด			
	2 ชั่ว (3,000รอบต่อนาที)		4 ชั่ว (1,500 รอบ/นาที)	
	ธรรมดา	ประสิทธิภาพสูง	ธรรมดา	ประสิทธิภาพสูง
3	80.0	84.0	81.5	86.5
5	82.5	86.5	82.5	86.5
7.5	82.5	87.5	85.5	88.5
10	85.5	88.5	85.5	88.5
15	85.5	89.5	86.5	90.2
20	86.5	89.5	88.5	90.2
25	87.5	90.2	89.5	91.7
30	87.5	90.2	89.5	91.7
40	88.5	91.0	90.2	92.4
50	88.5	91.7	91.0	92.4
60	90.2	92.4	91.7	93.0
75	91.0	92.4	91.7	93.6
100	91.7	93.0	92.4	94.1
125	91.7	94.1	92.4	94.1
150	91.7	94.1	93.0	94.5
200	93.0	94.5	93.6	94.5
250	93.5	95.0	93.8	95.0
300	93.5	95.0	93.8	95.0
400	93.5	95.0	93.8	95.0
500	93.5	95.0	94.0	95.4

ที่มา : วัชร มิ่งวิฑิตกุล.กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม

$$\text{พลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้} = 0.746 \times \text{HP} \times (100/E_1 - 100/E_2) \quad (2.6)$$

HP คือ กำลังม้าของมอเตอร์

E_1 คือ ประสิทธิภาพของมอเตอร์ธรรมดา

E_2 คือ ประสิทธิภาพของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ในการหาประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ติดตั้งใช้งานอยู่ค่อนข้างยาก ดังนั้นในทางปฏิบัติเราอาจจะประเมินประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ใช้งานอยู่เบื้องต้น โดยใช้ข้อมูลจากแผ่นป้ายชื่อบนมอเตอร์ และผลการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าและความเร็วรอบของมอเตอร์

2.6.1.3 ระบบทำความเย็น



รูปที่ 2.5 ตู้แช่เย็น 10 ตัน

ก. เทคนิคการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ ประกอบด้วย

ก.1 ลดภาระทำความเย็น

ก่อนที่จะประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ เราต้องเข้าใจแหล่งที่มาของภาระทำความเย็นและควรหาวิธีลดภาระทำความเย็นให้ได้มากที่สุดเสียก่อน ภาระทำความเย็นของระบบปรับอากาศมาจาก 2 แหล่ง คือ

1. ความร้อนจากภายนอกอาคาร ซึ่งเป็นความร้อนจากดวงอาทิตย์และจากระบบระบายอากาศรวมถึงการรั่วซึมของอากาศภายนอก

2. ความร้อนจากภายในอาคาร ซึ่งประกอบด้วยความร้อนจากอุปกรณ์แสงสว่าง อุปกรณ์สำนักงาน ความร้อนจากร่างกายของคนเรา

ดังนั้นถ้าเราต้องการลดภาระทำความเย็นควรหาทางลดความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่เข้าสู่ตัวอาคาร และใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงรวมทั้งปรับปรุงการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารสามารถจำแนกได้เป็น 4 ประเภท

1. การนำความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนผ่านผนังทึบ จากนั้น ความร้อนจากผนังทึบเคลื่อนตัวผ่านไปยังอากาศภายในอาคารโดยการพาความร้อน
2. การแผ่รังสีความร้อนผ่านผนังกระจก
3. การนำความร้อนผ่านผนังกระจก เนื่องจากอุณหภูมิแตกต่าง ระหว่างอากาศภายนอกและภายในอาคาร
4. การพาความร้อนเนื่องจากการรั่วซึมของอากาศภายนอกเข้าไปใน อาคาร

ก.2 ใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง

ก.3 ควบคุมการใช้งานระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบปรับอากาศส่วนใหญ่จะถูกออกแบบให้มีขนาดพิกัดใหญ่เกินกว่า ภาระทำความเย็นจริงเพื่อสำรองไว้สำหรับความไม่แน่นอนของสภาพอากาศ จำนวนผู้อาศัยหรือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำให้เกิดภาระต่อการทำความเย็น ดังนั้นถ้าสามารถควบคุมระบบปรับอากาศให้ ทำงานได้เหมาะสมกับความต้องการจริง ก็จะช่วยประหยัดพลังงาน

ก.4 ใช้ระบบกักเก็บความเย็น

ระบบกักความเย็น เป็นระบบทำความเย็นที่ทำความเย็นและเก็บความ เย็นไว้ในรูปน้ำเย็นหรือน้ำแข็ง ในช่วงเวลาที่มีค่าอัตราค่าไฟฟ้า (Off Peak) และจ่ายความเย็นที่เก็บไว้ มาใช้ในเวลาที่อัตราค่าไฟฟ้าสูง (On Peak และ/หรือ Partial Peak) ระบบกักเก็บความเย็นจะ ช่วยลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้า โดยการลดค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดแต่ไม่ได้ช่วยประหยัดพลังงาน เนื่องจากการ ย้ายเวลาการใช้พลังงานจาก On Peak ไปยัง Off Peak และมักมีค่าพลังงานเพิ่มขึ้น เนื่องจากการ ทำน้ำเย็นหรือทำน้ำแข็งที่อุณหภูมิต่ำและมีการสูญเสียความร้อนจากถังเก็บความเย็น

2.9 เทคนิคการประหยัดแก๊สหุงต้ม



รูปที่ 2.6 แก๊สหุงต้ม

ที่มา : <http://www.citigaz.net/?p=318>

ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ในที่นี้จะกล่าวถึงผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่เกี่ยวข้องกับพลังงานเท่านั้น คือ แก๊ส L.P.G.หรือแก๊สหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล และน้ำมันเตา แก๊สหุงต้ม (LPG) แก๊สหุงต้ม มีชื่อเป็นทางการว่า แก๊สปิโตรเลียมเหลว (liquefied petroleum gas : LPG) หรือเรียกย่อๆว่าแอลพีจี เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมันหรือการแยกก๊าซธรรมชาติในโรงแยกก๊าซธรรมชาติ แก๊สปิโตรเลียมเหลวประกอบด้วยส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอน 2 ชนิด คือ โพรเพนและบิวเทน ในอัตราส่วนเท่าใดก็ได้ หรืออาจจะเป็นโพรเพนบริสุทธิ์ 100% หรือบิวเทนบริสุทธิ์ 100% ก็ได้ สำหรับในประเทศไทยแก๊สหุงต้มส่วนใหญ่ได้จากโรงแยกก๊าซธรรมชาติโดยใช้อัตราส่วนผสมของโพรเพน และบิวเทนประมาณ 70:30 ซึ่งจะให้ความร้อนที่สูง ทำให้ผู้ใช้ประหยัดเวลาและค่าเชื้อเพลิง แก๊สปิโตรเลียมเหลวสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม ในครัวเรือน ในโรงงานอุตสาหกรรม และในยานพาหนะได้ เช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ในโรงงานอุตสาหกรรม และในยานพาหนะ แต่ในประเทศไทยยังไม่มีให้นำก๊าซธรรมชาติมาใช้งานในครัวเรือนโดยตรง ด้วยคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงติดไฟของก๊าซธรรมชาติและแก๊สหุงต้ม เพื่อความปลอดภัย ผู้ใช้ต้องใส่ใจในการปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการใช้งานอย่างเคร่งครัด

2.9.1 คุณสมบัติทั่วไปของ LPG

- 2.9.1.1 เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วยแก๊สโพรเพนและบิวเทน
- 2.9.1.2 ไม่มีกลิ่นไม่มีสี ปราศจากพิษ(แต่โดยทั่วไปจะเติมสารเคมีเพื่อความปลอดภัย)
- 2.9.1.3 หนักกว่าอากาศ
- 2.9.1.4 ติดไฟได้ในช่วงของการติดไฟที่ 2-15 % ของปริมาณในอากาศ และอุณหภูมิที่ติดไฟได้เองคือ 400 องศาเซลเซียส

2.9.2 คุณสมบัติของแก๊ส LPG






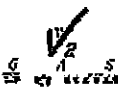
- 2.9.2.1 เป็นเชื้อเพลิงที่นำมาใช้งานได้มีประสิทธิภาพสูงมีการเผาไหม้สมบูรณ์
- 2.9.2.2 ลดการสร้างก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน
- 2.9.2.3 มีราคาถูกลง 9.5 (05/08/48)
- 2.9.2.4 ก๊าซอยู่ในสภาพแรงดันต่ำ 180 psi
- 2.9.2.5 อัตราการสิ้นเปลืองก๊าซเทียบเท่ากับการใช้น้ำมันเบนซิน
- 2.9.2.6 อุปกรณ์มีราคาถูกกว่าอุปกรณ์ก๊าซ NGV

ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบก๊าซหุงต้มและNGV

ข้อเปรียบเทียบ	NGV	ก๊าซหุงต้ม
ความปลอดภัย	มีความปลอดภัยสูงเนื่องจาก เบากว่าอากาศเมื่อเกิดการรั่วไหล จะลอยขึ้นสู่อากาศทันที	เนื่องจากหนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะกระจายอยู่ตามพื้นราบ
ความพร้อมในการนำมาใช้งาน	สถานะเป็นก๊าซนำไปใช้ได้เลย	สถานะเป็นของเหลว ต้องทำให้เป็นก๊าซก่อนนำไปใช้งาน
ประสิทธิภาพการเผาไหม้	เผาไหม้ได้สมบูรณ์	เผาไหม้ได้สมบูรณ์
คุณลักษณะของเชื้อเพลิง	ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นเผาไหม้ปราศจากเขม่าและกำมะถัน	ไม่มีสีไม่มีกลิ่นแต่โดยทั่วไป จะเติมสารเคมีเพื่อความปลอดภัย
จำนวนสถานีบริการ	36 แห่ง (ก.ค. 48)	กว่า 200 แห่งทั่วประเทศ

ที่มา : <http://www.scggroup.net/NgvLpgWhat.aspx>

ตารางที่ 2.6 การอ้างอิงราคาก๊าซหุงต้ม LPG (ราคาพลังงานเชื้อเพลิง ราคาก๊าซแอลพีจี)

วันนี้ : วันอาทิตย์ที่ 14 พฤศจิกายน 2553 ราคา : บาท/ถัง Price : Baht/Cylinder	 PTT ปตท	 UNIQUE GAS ยูนิคแก๊ส	 SIAM GAS สยามแก๊ส	 PICNIC -picnicแก๊ส	 WORLD GAS เวิลด์แก๊ส	 V 2 GAS วีทูแก๊ส
ถังขนาด 4 กิโลกรัม / Kg	100-118	101.63	77.0656	105-110	83	63
ถังขนาด 7 กิโลกรัม / Kg	145-160	-	-	-	-	-
ถังขนาด 11.5 กิโลกรัม / Kg	-	221.83	221.8236	-	-	-
ถังขนาด 13.5 กิโลกรัม / Kg	-	-	-	253	253	-
ถังขนาด 15 กิโลกรัม / Kg	280-290	283.63	273.6260	273	276	235
ถังขนาด 48 กิโลกรัม / Kg	882-890	900.69	875.8072	875	876	750
มีผลตั้งแต่วันที่	30 Jan 08	30 Jan 08	30 Jan 08	30 Jan 08	30 Jan 08	30 Jan 08

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน <http://www.eppo.go.th>

2.10 เทคนิคการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ การขับรถยนต์อย่างถูกวิธีจะช่วยให้ประหยัดและลดภาระค่าใช้จ่ายหลายๆ ด้าน นอกจากนี้ยังเป็นการรักษารถยนต์ให้มีอายุการใช้งานที่คุ้มค่ามากขึ้นด้วย สำหรับวิธีการใช้รถให้ประหยัดน้ำมันทำได้โดย

2.10.1 ความเร็วสูงสุดที่กฎหมายกำหนดไว้

2.10.1.1 ทางธรรมดา 90 กม./ชม.

2.10.1.2 ทางด่วน 110 กม./ชม.

2.10.1.3 มอเตอร์เวย์ 120 กม./ชม

ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบการสิ้นเปลืองน้ำมัน

ขับความเร็ว	สิ้นเปลืองน้ำมันกว่าขับ	ร้อยละ
95 กม./ชม.	80 กม./ชม.	15 %
110 กม./ชม.	80 กม./ชม.	29 %
100 กม./ชม.	90 กม./ชม.	10 %
110 กม./ชม.	90 กม./ชม.	25 %

2.10.2 จอดรถไว้บ้าน โดยสาธารณะ

2.10.3 หลีกเลี่ยงชั่วโมงเร่งด่วนถ้ารถติด

2.10.4 วางแผนก่อนเดินทาง

2.10.5 ตรวจเช็คเครื่องยนต์เป็นประจำ

2.10.5.1 เปลี่ยนไส้กรองตามกำหนด

2.10.5.2 เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นทุก 5,000 กม.

2.10.5.3 ตรวจสอบระดับน้ำมันเครื่อง และน้ำในแบตเตอรี่

2.10.5.4 ตรวจสอบระดับน้ำป้อนหม้อน้ำ

2.10.5.5 ปรับปรุงสมรรถนะให้ดีตลอดเวลาช่วยประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้ร้อยละ 3- 9

ตารางที่ 2.8 การอ้างอิงราคาน้ำมัน ณ วันที่ 14 พฤศจิกายน 2553

ราคาน้ำมันวันนี้ น้ำมัน ขายเป็นลิตร ณ สถานีบริการ ในเขต กทม. หน่วย : บาท/ลิตร Retail Prices in Bangkok Unit : Baht/Litre									
	ปตท PTT	บางจาก BCP	เชลล์ Shell	เอสโซ่ Esso	เชฟรอน Chevron	ภาคใต้ เชื้อเพลิง PT	สยาม สหบริการSusco	เพียว Pure	ปิโตรนาส Petronas
แก๊สโซฮอล์ ออกเทน 95 (Gasohol 95-E10)	34.34	34.34	34.84	34.34	34.34	34.34	34.34	34.64	34.34
แก๊สโซฮอล์ ออกเทน 95 (Gasohol 95-E20)	30.94	30.94	-	-	-	-	-	-	-
แก๊สโซฮอล์ ออกเทน 95 (Gasohol 95-E85)	20.12	20.12	-	-	-	-	-	-	-
แก๊สโซฮอล์ ออกเทน 91 (Gasohol 91-E10)	31.84	31.84	32.34	31.84	31.84	-	31.84	31.84	31.84
เบนซิน ออกเทน 95	-	-	-	-	43.44 ^v	43.34	44.44	-	44.14
เบนซิน ออกเทน 91	38.64	38.64	-	38.64	38.64	38.64	38.64	38.64	38.64
ดีเซลทมนเร็ว (HSD, 0.035%S)	29.99	29.99	-	29.99	29.99	29.99	29.99	29.99	29.99
ดีเซลทมนเร็ว บี5 (HSD-B5)	29.39	29.39	29.89	29.39	29.39	29.39	29.39	29.39	29.39
มีผลตั้งแต่ (Effective Date)	6 Jan	6 Jan	12 Jan	7 Jan	7 Jan	6 Jan	6 Jan	12 Jan	7 Jan

ที่มา : <http://gasprice.kapook.com/>

i 5519135

2/5.

๙ 526 D

๒๕๕๓

2.11 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

2.11.1 นโยบายงาน PM (Policy)

ขั้นตอนที่สำคัญเพื่อให้แน่ใจได้ว่างาน PM จะสำเร็จลงได้ด้วยดีนั้น คือ การกำหนดนโยบายเพื่ออธิบายถึงแนวทางและความต้องการการสนับสนุนจากฝ่ายผลิต ในนโยบายที่เหมาะสม การบำรุงรักษาจะต้องมีแผนงานที่รัดกุม ชัดเจน โดยแผนงานหรือโปรแกรมจะรวมถึงการตรวจสอบ (Inspection) และการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non-destructive testing) หรือ (Predictive maintenance) ซึ่งจะเป็นการช่วยป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องจักรต่อไปในอนาคต โดยจะรวมไปถึงการหล่อลื่น (Lubrication) งานบริการ (Service) งานทำความสะอาด (Clear) งานปรับแต่ง (Adjusting) และการเปลี่ยนอะไหล่ขนาดย่อม (Minor component replacement) เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการยืดอายุการทำงานของเครื่องจักร (Equipment life) โดยงาน PM จะต้องครอบคลุมไปทุกๆ ด้านของงานบำรุงรักษา แต่ไม่รวมถึงงานซ่อมฉุกเฉิน นอกจากนั้นฝ่ายผลิตจะต้องมีส่วนร่วมในด้านการทำความสะอาดและปรับแต่ง เพื่อให้งานสำเร็จทันตามแผน

2.11.2 การสนับสนุนโดยฝ่ายปฏิบัติการ (Operation support)

โปรแกรม PM นั้นจะต้องได้รับความเห็นชอบจากฝ่ายปฏิบัติการด้วย เพื่อให้ทีมงานเหล่านี้เข้าใจแผนงานและตระหนักถึงงานที่พวกเขาจะต้องทำการสนับสนุน เพื่อให้แผนงานสำเร็จ ลุล่วงและไม่มี ความขัดแย้งในการทำงานระหว่างฝ่าย ซึ่งหัวหน้างานฝ่ายปฏิบัติการจะตรวจผลงานนี้ได้ จากตัวเลขการลดหรือเพิ่มของเวลาเครื่องจักรเสียหายหรือหยุด (Downtime) นอกจากนั้นทางหัวหน้างานปฏิบัติการจำเป็นต้องขอข้อมูลจากฝ่ายบำรุงรักษาในเรื่องสภาพของเครื่องจักรด้วยว่าอยู่ในสถานะใดบ้างเพื่อพวกเขาได้ตระหนักและช่วยสนับสนุนแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือหลีกเลี่ยงการเดินเครื่องที่ผิดไปจากเดิม เป็นต้น

2.11.3 ความเข้าใจในงาน PM

นิยามของ PM คือ เป็นการตรวจสอบและทดสอบเครื่องจักร เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นในภายภาคหน้าโดยรวมถึงงานหล่อลื่นการทำความสะอาดการปรับแต่งและการเปลี่ยนอะไหล่เพื่อยืดหยุ่นเครื่องจักรให้ใช้ได้ยาวนานขึ้น

2.11.4 จุดประสงค์ของ PM

2.11.4.1 เป็นการตรวจสอบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น ในเครื่องจักรก่อนที่จะเสียหาย ในเวลาที่กำหนดเพื่อวางแผนการซ่อม

2.11.4.2 เทคนิคการทดสอบโดยไม่ทำลายจะเป็นการตรวจค่าความเสื่อมของเครื่องจักร และวัดสภาพของเครื่องจักรว่าอยู่ในสภาวะปกติหรือไม่

2.11.4.3 การหล่อสีนเครื่องจักรเพื่อเป็นการลดแรงเสียดทานในตัวเครื่องจักร ซึ่งแรงเสียดทานจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดความร้อน การสึกหรอ การเบี่ยงเบนหรือการแตกหักเสียหาย

2.11.4.4 เป็นการทำความสะอาดและปรับแต่งตามระยะเวลาที่กำหนด โดยทีมงานฝ่ายผลิตเป็นผู้ปฏิบัติการ

2.11.4.5 เป็นการเปลี่ยนอะไหล่ตามกำหนดของผู้ผลิต เพื่อลดความเสียหายหรือเสื่อมสภาพก่อนระยะเวลาที่ควร

2.11.5 ขอบเขตของ PM

ควรรวบรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องจักรในการผลิต อาคารสถานที่และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ โดยควรรวมถึงการมีข้อมูลที่เครื่องจักรอาจเกิดความเสียหายอย่างหนักหรือต่อเนื่อง เพื่อที่จะได้เตรียมแผนงานในการรองรับหยุดก่อนที่จะเกิดปัญหาจริงประโยชน์ที่ได้รับของ PM คือการลดเวลาสูญเสียของเครื่องจักร ที่จะผลิตสินค้าออกมา และเป็นการเครื่องจักรอย่างเต็มประสิทธิภาพและครบหน้าที่การทำงาน

2.11.5.1 เป้าหมายของ PM มีดังนี้

ก. ลดการซ่อมแซมแบบฉุกเฉิน (Reduction of emergency) เมื่อมีการ PM อย่างดีปัญหาเครื่องจักรเสีย จะถูกตรวจสอบก่อนที่จะเสียหาย ทำให้งานซ่อมแซมแบบฉุกเฉินลดลงตามไปด้วย

ข. ลดงานซ่อมแซมที่ไม่ได้กำหนดวางไว้ (Reduction of unscheduled repairs) เมื่อมีการ PM อย่างดี แผนงานซ่อมจะครอบคลุมทำให้ลดงานซ่อมแซมที่ไม่ได้กำหนดวางไว้ลดลง

ค. มีการเพิ่มงานและแผนงานได้มากขึ้น (More planned and scheduled work) โดยมีปัญหาเครื่องเสียลดลง หลังงาน PM จะทำให้ประสบความสำเร็จ คือ เวลาที่เหลือจะถูกนำมาใช้ในการเพิ่มและแผนงาน

ง. ใช้แรงงานได้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น (Better manpower utilization) เมื่อผลของงานเพิ่มและแผนงานเพิ่มขึ้น การใช้แรงงานเข้าไปทำก็จะเกิดผลงานในด้านประสิทธิภาพของงานต่อหน่วยมากขึ้น

จ. ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมงาน (Reduction in repair costs) เมื่องานซ่อมแซมฉุกเฉินหรือไม่ได้วางแผนลดลง ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการซ่อมก็ลดลงตามไปด้วย

ช. ลดค่าใช้จ่ายของเวลาสูญเสีย (Reduction downtime cost) โดยคิดจากค่าสูญเสียโอกาสในการผลิตสินค้าในช่วงเวลาที่เครื่องจักรหยุด

ซ. ต้นทุนเครื่องจักร (Preservation of assets) ในด้านเสื่อมราคาจะยาวขึ้น เช่น จากอายุงานเครื่องจักร 5 ปี เพิ่มขึ้นเป็น 8 ปี

2.11.5.2 การดำเนินงานของ PM ประกอบด้วย

- ก. ระบบการจ้างงานซ่อม โดยมีใบจ้างงานที่ครอบคลุมทั้งงานบริการ PM
- ข. การวางแผน เป็นแผนงานรองรับการบริการ PM เช่น การตรวจสอบการปรับแต่ง หรือการหล่อลื่น เป็นต้น
- ค. แผนงานที่กำหนด มีการระบุระยะเวลาในการทำ PM โดยจะต้องมีการประสานงานกับส่วนที่เกี่ยวข้องในช่วงเวลาที่มีการผลิต เพื่อไม่ให้เกิดความซับซ้อนและล่าช้าเกิดขึ้น
- ง. ระบบข้อมูล โดยจะต้องมีข้อมูลในการทำ PM ว่าสำเร็จตามกำหนดหรือไม่ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ จำนวนอะไหล่ที่เปลี่ยน และเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง หรือกรณีทำงานไม่สำเร็จ ต้องมีรายงานรับรองว่าทำไม และจะแก้ไขอย่างไร

2.11.6 แนวปฏิบัติงาน PM มีหลักสำคัญดังนี้

2.11.6.1 ธรรมชาติทั่วไปของงานบริการ โดยที่งานบริการนี้จะระบุลงไปว่าเป็นเครื่องจักรอะไรและเวลาที่กำหนดให้บริการเป็นประจำ เช่น ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน หรือทุกสามเดือน เป็นต้น โดยจะมีการให้บริการเป็นประจำและซ้ำตลอด เครื่องจักรบางอย่างอาจไม่จำเป็นต้องเป็นตามระยะเวลาที่กำหนด อาจจะถูกนับเป็นเวลาในการทำงานแทน (เนื่องจากเครื่องจักรอาจทำงานเป็นช่วงเวลาเท่านั้น) อาทิ นับเป็นทุกๆจำนวน ชั่วโมง หรือระยะทางการดำเนินงานบริการ โดยงานบริการ PM ไม่ควรจะมีงานซ่อมแซมเข้ามาเกี่ยวข้อง ในกรณีทำความสะอาดหรือปรับแต่งอุปกรณ์ซึ่งจะทำให้งานบริการ PM ไม่สำเร็จลุล่วงลงได้ในเวลาที่กำหนด

2.11.6.2 โดยงานบริการ PM ควรจะเป็นแบบรายการตรวจสอบ (checklist) เพื่อช่วยในการทำงานเป็นขั้นตอนและครอบคลุมทั้งหมด โดยไม่มีการตกหล่น โดยแต่ละรายการตรวจสอบควรมีการอธิบายและให้มีการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติในการบริการว่าควรตรวจอย่างไร บริเวณไหน ถ้าเป็นไปได้ควรมีคู่มือพร้อมภาพประกอบ ซึ่งจะทำให้ผู้ตรวจสอบเข้าใจได้โดยง่ายความต้องการในงานบริการ ควรรวมถึงการตรวจสอบ ทดสอบแบบไม่ทำลายและหล่อลื่นเครื่องจักร

2.11.6.3 โดยหลักการแล้วมีความต้องการรู้ว่า สภาพของเครื่องจักรที่ต้องการตรวจสอบว่ามีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อที่จะได้ทำการแก้ไขแต่เนิ่นๆ ซึ่งจะช่วยลดงานฉุกเฉินลงได้

2.11.6.4 ความถี่ในการบริการ จะขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรนั้นๆ หรือจากประสบการณ์ หรือจากความต้องการความน่าเชื่อถือของทางโรงงาน หรือคุณภาพของสินค้า โดยความถี่ในการบริการนั้นสามารถปรับเปลี่ยนได้ถ้าพบว่าประสิทธิภาพของเครื่องจักรยังคงดีอยู่

2.11.6.5 เวลาในการบริการ โดยเวลาในการบริการ PM จะเป็นเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบตามรายการอาจรวมถึงเวลาในการเดินทาง เวลาในการปฏิบัติงาน เวลาปรึกษากับผู้เกี่ยวข้อง เวลาในการบันทึก เวลาในการทำความสะอาด ปรับแต่ง หรือเปลี่ยนอะไหล่ เป็นต้น

2.11.6.6 เวลาสูญเสียของเครื่องจักร เป็นเวลารวมทั้งหมดตั้งแต่เครื่องจักรหยุดงาน จนกระทั่งเครื่องจักรเริ่มทำงานใหม่ ซึ่งวัดด้วยหน่วยเวลา ซึ่งจะรวมทำการทำความสะอาด การ

ตรวจสอบ การบริหาร และการทดสอบ เป็นต้น ดังนั้นในการทำงานแต่ละครั้ง ควรมีการเตรียมงานก่อนจะเริ่มหยุดเครื่อง เช่น จัดเตรียมอะไหล่ที่จะเปลี่ยน เครื่องมือ บุคลากร และการประสานงาน เพื่อให้การบริการในแต่ละครั้งเกิดการสูญเสียเวลาน้อยที่สุด

2.11.6.7 ค่าใช้จ่ายส่วนกลาง จะเป็นค่าใช้จ่ายในการ PM ในแต่ละครั้ง ซึ่งจะรวมทั้งเวลา จำนวนคนที่เข้าไปทำงาน และอะไหล่ที่ใช้ในการบริการ ซึ่งจะเป็นตัวเลขที่สามารถนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของงาน PM ได้ว่า บรรลุเป้าหมายหรือไม่

2.11.7 การวัดความสำเร็จของงาน PM

2.9.7.1 การลดจำนวนงานฉุกเฉิน (Reduction in emergency repairs)

2.9.7.2 การเพิ่มแผนงาน PM (Increased scheduled maintenance)

2.9.7.3 การลดจำนวนงานซ่อมที่ไม่ได้วางแผนไว้ (Reduction in unscheduled repair)

2.9.7.4 อายุเครื่องจักรเพิ่มขึ้น (Increased equipment lift)

2.9.7.5 ขยายเวลาในการผลิต (Extended time between repairs)

2.9.7.6 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมในระยะยาวลดลง (Long-term cost reduction)

2.11.8 การวางแผนงานบำรุงรักษา

การวางแผนในการบำรุงรักษานั้น ควรพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น เวลาในการหยุดเครื่องจักร แผนงานในการผลิตสินค้า จำนวนคนที่เข้าปฏิบัติงาน และค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการวางแผนส่วนใหญ่จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.11.8.1 วางแผนงานบำรุงรักษาประจำปี (Annual maintenance plans) ซึ่งแผนนี้จะรับประกันความน่าเชื่อถือได้ของเครื่องจักรตลอดอายุการใช้งานโดยเริ่มจากงานติดตั้งเป็นต้นไปในการวางแผนฝ่ายซ่อมบำรุงจะต้องประสานงานกับฝ่ายผลิต ฝ่ายผู้รับเหมา รวมทั้งจัดเตรียมเอกสารที่นำมาใช้ในด้านอะไหล่และค่าใช้จ่าย

2.11.8.2 วางแผนงานซ่อมบำรุงรักษาประจำเดือน (Monthly maintenance plans) คือแผนย่อยของแผนงานซ่อมบำรุงรักษาประจำปี โดยรวมถึงงานปรับปรุงและป้องกันเครื่องจักรเสียหาย

2.11.8.3 วางแผนงานซ่อมบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ (Weekly maintenance plans) จะช่วยในการจัดการงานแต่ละส่วนของฝ่ายซ่อมบำรุงนั่นเอง

2.11.8.4 วางแผนงานบำรุงรักษาเป็นรายโครงการหลัก (Major maintenance project plans) เป็นการแบ่งงานหลักๆ ออกมา เช่น งานซ่อมใหญ่ (Overhaul) งานย้ายเครื่องจักร (Relocation) โดยรวมถึงการจัดสรรทีมงานจัดหาผู้รับเหมา และงานเอกสารต่างๆ เป็นต้น

2.11.9 การเตรียมแผนงานบำรุงรักษาประจำปี (Preparing annual maintenance plans)

2.11.9.1 แผนงานบำรุงรักษาประจำปีมีรายละเอียดของการเตรียมแผนงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก. สรุปรงานที่ต้องการ โดยทำการจดยรายการหลังจากได้ข้อสรุปและทบทวนแล้ว โดยงานที่ต้องการจะทำนั้นจะรวมถึงงานดังต่อไปนี้

ก.1 งานตามกฎหมายข้อบังคับ (Statutory regulation) เช่น งานความปลอดภัย และงานควบคุมมลภาวะ เป็นต้น

ก.2 งานบำรุงรักษาตามมาตรฐานเครื่องจักร (Equipment maintenance standards) โดยงานนี้จะได้มาจากผลการวัดและการตรวจสอบตามมาตรฐานของเครื่องจักรนั้นๆ ตามผู้ผลิต

ก.3 งานบันทึกความขัดข้องเครื่องจักร (Breakdown records) เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นซ้ำอีก

ก.4 งานที่ถูกเลื่อนจากปีที่แล้ว (Previous year's annual plan) และงานจาก WO (Work order received) เป็นงานที่พบปัญหาขึ้นมาระหว่างปีโดยผ่านฝ่ายผลิตหรือฝ่ายซ่อมบำรุงต้องการให้ดำเนินการ

2.11.9.2 เลือกงานที่ต้องทำ (Select work to be done) โดยให้ลำดับความสำคัญของงานที่จำเป็นต้องดำเนินการ

2.11.9.3 ประเมินเวลาในการบำรุงรักษาคร่าว ๆ (Tentatively estimate maintenance intervals) เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติจริง

2.11.9.4 ประเมินตารางเวลา ระยะเวลาและค่าใช้จ่าย (Estimate work schedule and maintenance times and costs) โดยพิจารณาจากแผนการผลิตประจำปีและเป้าหมายของบริษัทเพื่อกำหนดระยะเวลา และค่าใช้จ่ายเพื่อแจ้งเป็นข้อมูลสำหรับฝ่ายบริหาร

2.11.9.5 เช็คเอกสารงานและการเตรียมงาน (Check procurement and work arrangements) โดยยืนยันพร้อมทั้งหมดรวมถึงจำนวนคน อะไหล่ ผู้รับเหมา และจำนวนงาน เป็นต้น

2.11.10 การเตรียมแผนงานบำรุงรักษาประจำเดือน (Preparing monthly maintenance plans) โดยมีรายละเอียดของการเตรียมแผนงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.11.10.1 จัดลำดับความสำคัญของงาน (Prioritize work) โดยพิจารณาจาก

ก. งานย่อยของงานรายปี (Sub-annual plans)

ข. งานจากการตรวจสอบการวิเคราะห์เครื่องจักรขัดข้อง

ค. งานที่ระบุจากการตรวจสอบประจำวัน หรืองานปรับปรุง

งานเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและคุณภาพของสินค้า (Safety and quality) โดยต้องมีการประชุมประจำเดือนกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อแจ้งแผนงานก่อนดำเนินการ

2.11.10.2 การประเมินจำนวนแรงงานและค่าใช้จ่าย (Estimate labor and costs)

2.11.10.3 จัดความสมดุลระหว่างงาน (Balance workload)

2.11.10.4 เตรียมกำหนดแผนงาน (Prepare schedule)

2.11.11 การเตรียมแผนงานบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ (Preparing weekly maintenance plans) โดยพิจารณาจากจำนวนทีมงานของฝ่ายซ่อมบำรุง จำนวนงาน การควบคุม และการหยุดเครื่องจักร ซึ่งงานจะไม่ใหญ่หรือค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก หรืออีกนัยหนึ่งเป็นงานของงานประจำนั่นเอง บางครั้งอาจรวมถึงงานฉุกเฉิน สินค้าที่มีตำหนิหรือคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน งานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยมาร่วมด้วย เป็นต้น

2.11.12 การเตรียมแผนงานบำรุงรักษาเป็นรายการหลัก (Planning for major maintenance project) ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะงานที่ค่อนข้างใหญ่ เช่น งานหยุดซ่อม (shutdown work) ซึ่งลักษณะงานโครงการที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียของผลผลิตอย่างสูง มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง คือ เวลาในการทำงาน โดยจะพยายามใช้เวลาน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ซึ่งการวางแผนจะต้องรวมถึงความพร้อมของวัสดุอุปกรณ์ แรงงาน การเคลื่อนย้ายต่างๆ และทีมผู้รับเหมาที่ต้องเข้ามาสนับสนุนตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้น รายละเอียดในการเตรียมการจะต้องรัดกุม มีรายละเอียดพร้อมแผนงานและระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน ซึ่งปัจจุบันอาจนิยมใช้เทคนิค PERT หรือ CMP หรือใช้โปรแกรมการบริหารโครงการมาใช้สนับสนุนในการดำเนินงาน เช่น โปรแกรม Microsoft Project , Primavera Project Planner , Info Maker หรือ Report Smith เป็นต้น

ตารางที่ 2.9 ความถี่ในการตรวจสอบ อุปกรณ์ เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภทเครื่องจักร	การบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักร	ความถี่
หม้อไอน้ำ	ตรวจสอบอุณหภูมิและความดัน	ทุกวัน
	ตรวจสอบการวิเคราะห์การเผาไหม้	ทุกเดือน
	ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัย	ทุกเดือน
	ตรวจสอบสภาพน้ำป้อนและน้ำหม้อไอน้ำ	ทุกเดือน
	ตรวจสอบระบบการนำอากาศเข้า	ทุก 3 เดือน
	ตรวจสอบการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ	ทุก 6 เดือน
	ตรวจสอบและปรับแต่งชุดควบคุมหม้อไอน้ำ	ทุกปี
	ทำความสะอาดและปรับหัวเผา	ทุกปี
	ตรวจสอบและแก้ไขอุปกรณ์ดักไอน้ำ	ทุกปี
	ทำความสะอาดภายในหม้อไอน้ำเพื่อกำจัดตะกรัน	ทุกปี

ตารางที่ 2.9 (ต่อ) ความถี่ในการตรวจสอบ อุปกรณ์ เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภทเครื่องจักร	การบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักร	ความถี่
ระบบอัดอากาศ	ตรวจสอบความดันและระดับน้ำมันหล่อลื่น	ทุกวัน
	ระบายน้ำทิ้งจากถังเก็บลม	ทุกวัน
	ตรวจสอบเวลาการใช้งาน	ทุกเดือน
	ตรวจสอบการรั่วไหลในระบบส่งจ่าย	ทุกเดือน
	ตรวจสอบการทำงานของวาล์วนิรภัย	ทุกเดือน
	ตรวจสอบและเปลี่ยนอุปกรณ์กรองอากาศ	ทุกเดือน
	ตรวจสอบความตึงของสายพาน	ทุกเดือน
	ตรวจสอบข้อต่อของระบบไฟฟ้า	ทุกปี
	ตรวจสอบค่าทางไฟฟ้าของมอเตอร์	ทุกปี
	เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น	ทุกปีหรือทุกๆ 2,000 ชั่วโมงแล้วแต่อย่างไรถึงก่อน
หม้อแปลงไฟฟ้า	ตรวจสอบขั้วต่อสายต่างๆ (ด้านแรงสูง แรงต่ำ และสายดิน)	ทุก 6 เดือน
	ตรวจสอบสภาพลูกถ้วย (ด้านแรงสูงและแรงต่ำ)	ทุก 6 เดือน
	ตรวจประเภณียง	ทุก 6 เดือน
	ตรวจสอบระดับน้ำมัน รอยรั่วซึมของวาล์ว	ทุก 6 เดือน
	ตรวจสอบอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ	ทุก 6 เดือน
	ชั้นเนื้ออุปกรณ์ควบคุมให้แน่น	ทุก 6 เดือน
	ตรวจสภาพนวนทางกายภาพ	ทุก 6 เดือน
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ตรวจสอบความดันและอุณหภูมิน้ำมัน	ทุกเดือน
	ตรวจสอบความเร็วรอบ	ทุกเดือน
	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น	ทุกเดือน
	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่และระดับน้ำกลั่น	ทุกเดือน
	ตรวจสอบจำนวนชั่วโมงการทำงาน	ทุกเดือน
	ตรวจสอบระดับน้ำมันเครื่อง	ทุกเดือน
	ตรวจสอบความตึงของสายพาน	ทุกเดือน
	ทำความสะอาดตัวกรองน้ำมัน	ทุกเดือน
	ตรวจสอบค่าทางไฟฟ้า (แรงดัน กระแส ความถี่)	ทุกเดือน

ตารางที่ 2.9 (ต่อ) ความถี่ในการตรวจสอบ อุปกรณ์ เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภทเครื่องจักร	การบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักร	ความถี่
ตู้ไฟฟ้า	ตรวจสอบเสียงดังผิดปกติของแมกเนติกส์และรีเลย์	ทุก 3 เดือน
	ตรวจสอบการทำงานของลวดไฟและสวิตช์ Selector	ทุก 3 เดือน
	ตรวจสอบอุณหภูมิภายในและภายนอกตู้	ทุกปี
	ทำความสะอาดภายในและภายนอกตู้	ทุกปี
	ตรวจสอบการเป็นสนิมและความชื้น	ทุกปี
	ตรวจสอบการเช็คค่าอุปกรณ์ป้องกัน	ทุกปี
	ขันน็อตที่ขั้วต่อสายไฟให้แน่น	ทุกปี
มอเตอร์ไฟฟ้า	ตรวจสอบเสียงดังผิดปกติ	ทุกเดือน
	ตรวจสอบการสั่นสะเทือนผิดปกติ	ทุกเดือน
	ตรวจสอบสายพานและมุเลย์	ทุกเดือน
	ตรวจสอบค่าทางไฟฟ้า	ทุกเดือน
	ตรวจสอบและขันขั้วไฟและขั้วต่อสายไฟให้แน่น	ทุก 3 เดือน
	อัดจารบีลูกของมอเตอร์	ทุก 6 เดือน

ที่มา : ก่อเกียรติ บุญชูกุล. การบำรุงรักษาด้วยตนเองสำหรับพนักงานระดับปฏิบัติงาน

2.12 การจัดทำ Energy Chart

Energy Chart เป็นการแสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานในทุกกระบวนการตั้งแต่ เริ่มรับวัตถุดิบ ผ่านเข้ากระบวนการ ดำเนินการแปรรูป เคลื่อนย้ายและกระบวนการต่อไป จนเป็นสินค้าสำเร็จรูป และจัดส่ง ซึ่งจะต้องแสดงให้เห็น ข้อมูลที่สำคัญ นำพลังงานไปใช้ประโยชน์ ศักยภาพของพลังงานที่ ป้อนเข้ากระบวนการและ ศักยภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ

2.12.1 Process บันทึกข้อมูล ชื่อขั้นตอนกระบวนการ ตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบจนถึง ผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูป และจัดส่ง

2.12.2 Original Energy Potential บันทึกแหล่งธรรมชาติ ขนาดของเครื่องกำเนิดและ ศักยภาพพลังงานที่แหล่งกำเนิดพลังงาน ผลิตให้แก่กระบวนการ เช่น

2.12.2.1 กระบวนการใช้พลังงานไฟฟ้า ก็มีหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงาน บอก ขนาดของหม้อแปลง และวัดค่าช่วงแรงดันหลังหม้อแปลงจริง เช่น 390-400V ค่าแรงดันไฟฟ้าหลัง หม้อแปลง 390-400V เป็น Original Energy Potential เป็นข้อมูลที่สำคัญ ที่ต้องจัดทำเพื่อ ประโยชน์ในการวิเคราะห์

2.12.2.2 กระบวนการใช้พลังงานลม บอกขนาดบีมลม และวัดค่าช่วงความดัน การตัดต่อ เช่น ความดันลม 6-8 bar ค่าความดันลม 6-8 bar เป็น Original Energy Potential เป็นข้อมูลที่สำคัญเช่นกัน

2.12.2.3 กระบวนการใช้พลังงานไอน้ำ บอกขนาดหม้อไอน้ำ และวัดค่าช่วงความดัน การตัดต่อ เช่น ความดัน 8-10 bar ค่าความดันลม 8-10 bar เป็น Original Energy Potential เป็นข้อมูลที่สำคัญเช่นกัน ฯลฯ

2.12.3 Process Input Energy Potential บันทึกประสิทธิภาพของพลังงานที่ป้อนให้แต่ละกระบวนการ หรือค่าควบคุมที่กระบวนการต้องการ เช่น

2.12.3.1 กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานไฟฟ้า มีระดับแรงดันไฟฟ้า หน้าเครื่องจักร 380-385V

2.12.3.2 กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานลมมีการควบคุมความดันลมเข้ากระบวนการที่ 4 bar

2.12.3.3 กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานไอน้ำ มีการควบคุมความดันไอน้ำเข้ากระบวนการที่ 6 bar ฯลฯ

2.12.4 Energy Utilization บันทึกข้อมูลพนักงานที่ป้อนเข้ากระบวนการ แต่ละประเภทของพลังงานได้นำไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง และมีการนำไปควบคุมตัวแปรกระบวนการอะไร ที่ค่าเท่าใด เช่น

2.12.4.1 กระบวนการ Degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานไฟฟ้าขั้วมอเตอร์ขนาด 15 kW แต่ค่าที่ใช้พลังงานจริง 12 kW เพื่อขับปั๊มน้ำหมุนเวียน 800 ลิตร ต่อนาที (ค่าพิกัด 1500 ลิตรต่อนาที)

2.12.4.2 กระบวนการ Degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานลมขับเคลื่อนกระบอกลม

2.12.4.3 กระบวนการ Degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิสารเคมี ที่ 80 องศาเซลเซียส ฯลฯ

2.12.5 Process Residual Energy บันทึกข้อมูลระดับศักยภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ เช่น กระบวนการ Degreasing (ล้างไขมัน) มีคอนเดนเสทออกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (จากการใช้ไอน้ำ)

2.12.6 Machine and Product Residual Energy Potential บันทึกข้อมูลระดับอุณหภูมิเครื่องจักร หรือชิ้นงานที่ออกจากกระบวนการ เช่น กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) อุณหภูมิเครื่องจักร 75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิชิ้นงาน 55 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2.10 ตัวอย่าง Energy Chart

Process	Original energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Process Residual Energy	Machine and Product Residual Energy Potential
กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน)	หม้อแปลงไฟฟ้า 150 kVA 390-400V	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-385 V	ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ 15kW แต่ค่าที่ใช้พลังงานจริง 12 kW เพื่อขับปั๊มน้ำหมุนเวียน 800 ลิตร ต่อชั่วโมง(ค่าที่กัก 1500 ลิตรต่อนาที)	-	-
	ปั๊มลม 50 kW 3เครื่อง ผลิตอัดความดัน 6-8 bar	ความดันลมเข้ากระบวนการที่ 4 bar	ใช้พลังงานลมขับเคลื่อนกระบอกลม	-	-
	หม้อไอน้ำ 10 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำอัด ความดัน 8-10 bar	ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการที่ 6 bar	ใช้พลังงานไอน้ำควบคุมอุณหภูมิสารเคมี ที่ 80 องศาเซลเซียส	คอนเดนเสท อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	อุณหภูมิเครื่องจักร 75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิชิ้นงาน 55 องศาเซลเซียส

ที่มา : คู่มือหน่วยงานที่ปรึกษากิจการกรมการจัดการพลังงานแบบสมบูรณ์เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรม รุ่นที่ 8.พิษณุโลก

2.13 การวิเคราะห์ Energy Chart

หลังจากจัดทำ Energy Chart แล้วเราสามารถวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของการใช้พลังงาน การจัดการพลังงานต่างๆ ดังนี้

2.13.1. การนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ (Energy Utilization)

2.13.1.1 วิเคราะห์ตัวแปรที่ควบคุมกระบวนการมีความเหมาะสมหรือไม่ เป็นค่าที่ต่ำที่สุดแล้วหรือยัง เช่น กระบวนการ Degreasing (ล้างไขมัน) ควบคุมอุณหภูมิสารเคมีที่ 80 องศาเซลเซียส แต่พบว่า สารเคมีมีข้อกำหนดไว้ที่ 45-80 องศาเซลเซียส กาดังค่า 80 องศาเซลเซียส จึงสูงเกินความจำเป็น สามารถลดลงเหลือ 55 องศาเซลเซียส ก็สามารถใช้งานได้ ทำความสะอาดชิ้นงานได้ คุณภาพเหมือนกัน

2.13.1.2 วิเคราะห์ว่ากระบวนการนำพลังงานไปใช้ทำอะไร มีวิธีการอื่นที่ทำงานได้เหมือนกันหรือไม่ แต่ยังคงคุณภาพเหมือนกัน หรือใช้พลังงานน้อยลง ตัวอย่างที่พบเช่น กระบวนการทำสี EDP มีขั้นตอนการกรองฟอสเฟตที่ใช้ปั๊มไดอะแฟรม ซึ่งเดิมทางโรงงานเปิดปั๊มลมตลอด 24 ชั่วโมง แต่จากการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ สามารถทำงานตามเวลาที่สายการผลิต ทำงานได้ คือ 8 ชั่วโมง

2.13.2 การวิเคราะห์ประเภทพลังงาน (Energy Type)

คือ การวิเคราะห์ประเภทพลังงานที่ใช้ในกระบวนการว่ามีชนิดพลังงานอื่นที่สามารถทำงานได้เหมือนกัน ได้คุณภาพเหมือนกัน แต่มีต้นทุนพลังงานต่ำกว่า เช่น เตาอบไฟฟ้า ใช้พลังงานไฟฟ้าในการให้ความร้อนเราสามารถพิจารณาการให้ความร้อนจาก ก๊าซหุงต้มหรือก๊าซธรรมชาติแทน ซึ่งมีต้นทุนพลังงานความร้อนต่อราคา ต่ำกว่ามาก หรือตัวอย่างในกระบวนการระบายความร้อนให้กับระบบน้ำมัน ไฮดรอลิกเครื่องจักรที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สามารถใช้น้ำเย็นจาก Cooling Tower ได้ แต่ก่อนพบในหลายโรงงานที่ใช้น้ำเย็นจาก Chiller ซึ่งมีต้นทุนพลังงานที่สูงกว่ามาก

2.13.3 การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงาน (Energy Potential)

คือ การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงาน ณ.แหล่งกำเนิดพลังงาน (Original Energy Potential) เทียบกับระดับศักยภาพก่อนเข้ากระบวนการ (Process Input Energy potential) และค่าตัวแปรกระบวนการ (Process Parameters) ว่าสูงเกินความจำเป็นหรือไม่ ถ้าสูงเกินความจำเป็นก็ดำเนินการลดศักยภาพพลังงานลง เช่น กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) สามารถควบคุมอุณหภูมิเคมีไว้ที่ 55 องศาเซลเซียส แต่ทางโรงงานควบคุมความดันไอน้ำก่อนเข้ากระบวนการไว้ที่ 6 bar (ระดับศักยภาพก่อนเข้ากระบวนการ (Process Input Energy Potential)) ซึ่งมีอุณหภูมิ 158.85 องศาเซลเซียส และหม้อไอน้ำผลิตความดันที่ 8-10 bar (ศักยภาพพลังงาน ณ.แหล่งกำเนิดพลังงาน (Original Energy Potential)) ซึ่งมีอุณหภูมิ 170.4-179.9 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าศักยภาพพลังงานที่ผลิตสูงเกินความจำเป็น สามารถลดลงมาเหลือความดันที่ 2-3 bar ได้

2.13.4 การนำพลังงานและทรัพยากรกลับคืน (Energy and Resource Recovery)

คือ การประเมินและการวิเคราะห์โอกาสการนำพลังงานและทรัพยากรที่เหลือจากกระบวนการเครื่องจักร หรือชิ้นงานกลับมาใช้ประโยชน์ ตัวอย่างเช่น กระบวนการ Degreasing (ล้างไขมัน) มีคอนเดนเสทออกมาที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (จากการใช้ไอน้ำ) เป็นแหล่งพลังงานที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ สามารถนำกลับมาใช้ สามารถนำกลับมาใช้เป็นน้ำป้อนหม้อไอน้ำได้หรืออีกตัวอย่างหนึ่งที่พบที่โรงงานผลิตอาหาร จากกระบวนการทอดอาหารมีทรัพยากรที่เหลือจากกระบวนการ คือ น้ำมันพืชที่ผ่านการทอดอาหารแล้วนำมาเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลที่ใช้ใน Hot oil Boiler ได้

2.13.5 การวิเคราะห์การรักษาศักยภาพพลังงาน (Energy Potential Preservation)

คือ การประเมินและวิเคราะห์การรักษาศักยภาพพลังงาน โดยไม่ทำให้ศักยภาพพลังงานที่ผลิตมาใช้ประโยชน์สูญเสียศักยภาพพลังงานไป เช่น กระบวนการผลิตไส้กรอกหลังจากอบไส้กรอกแล้วทางโรงงานจะฉีดน้ำเย็น 12 องศาเซลเซียส เพื่อให้ผิวกรอบแต่สิ่งที่พบคือ ทางโรงงานได้มีการผลิตน้ำเย็น 12 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในกระบวนการต่างๆ แต่กระบวนการนี้ทางโรงงานไม่ใช้น้ำ

เย็น 12 องศาเซลเซียส ที่ผลิตจากเครื่องทำน้ำเย็น แต่ใช้น้ำแข็งที่ผลิตไว้ใช้ในอีกกระบวนการ มาละลายน้ำให้ได้ 12 องศาเซลเซียส ในการผลิตน้ำแข็งต้องใช้พลังงานสูงกว่าการผลิตน้ำเย็น 12 องศาเซลเซียส การดำเนินการดังกล่าวเป็นการทำลายศักยภาพพลังงาน หรืออีกตัวอย่างหนึ่ง คือ โรงงานผลิตอาหารกระป๋องมีกระบวนการฆ่าเชื้อ (ใช้เครื่อง Retort) ซึ่งจะทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิประมาณ 118 องศาเซลเซียส โดยในเครื่องฆ่าเชื้อจะมีน้ำท่วมกระป๋องอาหารและใช้น้ำเพิ่มอุณหภูมิในเครื่องจาก 30 องศาเซลเซียส เป็น 118 องศาเซลเซียส และรักษาอุณหภูมิไว้ตามเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะลดอุณหภูมิในเครื่องลงไปที่ 45 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำเย็นซึ่งจากกระบวนการผลิตก็สามารถทำการฆ่าเชื้อได้ แต่เราสูญเสียพลังงานไปมากในการดำเนินการดังกล่าว เราสามารถปรับปรุงการรักษาศักยภาพพลังงานโดยเราสร้างถังเก็บน้ำร้อนประมาณ 90 องศาเซลเซียส และน้ำเย็นอุณหภูมิห้อง เมื่อกระบวนการฆ่าเชื้อต้องการใช้น้ำร้อนก็ให้นำน้ำร้อนเพิ่มให้เป็น 118 องศาเซลเซียส และรักษาอุณหภูมิไว้ตามเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นปั๊มน้ำร้อนไปเก็บในถังน้ำร้อนและขั้นตอนต่อไป คือการลดอุณหภูมิ ก็นำน้ำเย็นอุณหภูมิห้องมาลดอุณหภูมิอาหารกระป๋อง (ใช้น้ำเย็นจาก Cooling Tower ช่วย) ซึ่งจะทำให้ลดการใช้พลังงานได้มาก แทนการเพิ่มและลดอุณหภูมิในช่วงที่กว้าง

2.14 การจัดทำ Energy Layout

การจัดทำ Energy Layout เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานภายในสถานประกอบการ เพื่อให้เห็นภาพในการแปรรูปและส่งถ่ายพลังงานจากลักษณะหนึ่งไปอีกลักษณะหนึ่ง เช่น ระบบท่ออัดอากาศ ระบบท่อไอน้ำ เป็นต้น

2.15 การจัดทำสมการพลังงาน Energy Equation

สมการพลังงาน (Energy Equation) จะแสดงถึงการใช้พลังงานของโรงงานซึ่งปริมาณจะมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตรวม โดยพิจารณาจากการใช้พลังงานย้อนหลัง 1 ปี โดยสามารถสร้าง Linear Regression จากข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงาน ซึ่งเมื่อกรอกข้อมูลลงในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติแล้วจะได้สมการพลังงานออกมาแล้วก็นำสมการที่ได้ ไปคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในโปรแกรม Microsoft Excel ต่อไป

2.15.1 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis)

เป็นสถิติวิเคราะห์ชนิดหนึ่งในการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ใช้ในการศึกษาและตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยแบ่งเป็นตัวแปรอิสระ (Independent -variable) และตัวแปรตาม (Dependent variable) ตัวแปรอิสระ มักเรียกว่า ตัว-

แปรพยากรณ์หรือตัวแปรทำนาย (Predicted Variable) ส่วนตัวแปรตามมักเรียกว่า ตัวแปรตอบสนอง (Response variable) การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) เป็นวิธีการทางสถิติ ใช้ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ≥ 2 ตัวขึ้นไป

2.15.1.1 ผลที่ได้จากการใช้สมการในการวิเคราะห์

- ก. ขนาดของความสัมพันธ์ (ค่า สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ : Multiple R)
- ข. แบบจำลองความสัมพันธ์ (สมการทำนาย)

2.15.1.2 ชนิดของการวิเคราะห์การถดถอย

ก. Linear Regression

ก.1 Simple Linear Regression (SLR)

$$X : Y$$

ก.2 Multiple Linear Regression (MLR)

$$X > 1 : Y$$

ข. Non-linear Regression

ข.1 ขั้นตอนในการวิเคราะห์การถดถอย

1. ทดสอบความเหมาะสมของโมเดล เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระ(ทุกตัว)มีความสัมพันธ์(เชิงเส้น) กับตัวแปรตามหรือไม่

2. ทดสอบค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเพื่อตรวจสอบค่าคงที่ ว่าเหมาะสมจะมีค่าคงที่ในระบบสมการหรือไม่ และเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามหรือไม่(ตรวจสอบสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร)

3. พิจารณาค่า Multiple R, R square และ SE เพื่อใช้สรุปสมการถดถอยที่ได้

ข.2 ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์

1. ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีมาตรวัดเป็นIntervalขึ้นไป
2. ข้อมูลทุกตัวแปร มีการแจกแจงแบบปกติ
3. ไม่เกิด Multicollinearity
4. ข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กัน
5. Error ที่เกิดจากการพยากรณ์ จะต้อง

มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 มีความแปรปรวนคงที่ และเป็นอิสระต่อกัน (ไม่เกิด Autocorrelation)

ข.3 การคัดเลือกสมการถดถอย

1. ค่า R^2 มีค่าสูง จะสามารถอธิบายการผันแปรของ Y ได้ดี
2. ค่า SEest มีค่าน้อย มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อย
3. ตัวแบบในงานวิจัย

ตารางที่ 2.11 หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่าง ๆ ปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง

ประเภท(หน่วย)	กิโลแคลอรี /หน่วย kcal / UNIT	เทียบเท่า น้ำมันดิบ /ล้านหน่วย toe / 10 ⁶ UNIT	เทียบเท่า น้ำมันดิบ /ล้านหน่วย toe / 10 ⁶ UNIT	พันบีทียู /หน่วย 10 ³ Btu /UNIT
พลังงานเชิงพาณิชย์				
1. น้ำมันดิบ (ลิตร)	8680	860	36.33	34.44
2. คอนเดนเสท (ลิตร)	7900	782.72	33.07	31.35
3. ก๊าซธรรมชาติ				
3.1 ซีน (ลูกบาศก์ฟุต)	248	24.57	1.04	0.98
3.2 แห่ง (ลูกบาศก์ฟุต)	244	24.18	1.02	0.97
4. ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม				
4.1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร) 46.1 MJ/Litre	6360	630.14	26.62	25.24
4.2 น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	7520	745.07	31.48	29.84
4.3 น้ำมันเครื่องบิน (ลิตร)	8250	817.4	34.53	32.74
4.4 น้ำมันก๊าด (ลิตร)	8250	817.4	34.53	32.74
4.5 น้ำมันดีเซล (ลิตร)	8700	861.98	36.42	34.52
4.6 น้ำมันเตา (ลิตร)	9500	941.24	39.77	37.7
4.7 ยางมะตอย (ลิตร)	9840	974.93	41.19	39.05
4.8 ปิโตรเลียมโค้ก (กก.)	8400	832.26	35.16	33.33
4.9 ก๊าซหุงต้ม (ลิตร)	11012.9	1091.28	46.1	43.7
5. ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	860	85.21	3.6	3.41
6. ไฟฟ้าพลังน้ำ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	2236	221.54	9.36	8.87
7. พลังงานความร้อนได้พิภพ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	9500	941.24	39.77	37.7

ที่มา : เอกสารประกอบการเรียนวิชา Energy conservation.

ตารางที่ 2.11 หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่าง ๆ ปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง(ต่อ)

ประเภท(หน่วย)	กิโลแคลอรี /หน่วย kcal / UNIT	ตันเทียบเท่า น้ำมันดิบ /ล้านหน่วย toe / 10 ⁶ UNIT	ตันเทียบเท่า น้ำมันดิบ /ล้านหน่วย toe / 10 ⁶ UNIT	พันบีทียู /หน่วย 10 ³ Btu /UNIT
8. ถ่านหินนำเข้า (กก.)	6300	624.19	26.37	
9. ถ่านโค้ก (กก.)	6600	653.92	27.63	
10. แอนทราไซต์ (กก.)	7500	743.09	31.4	
11. อีเทน (กก.)	11203	1110.05	46.89	
12. โพรเพน (กก.)	11256	1115.34	47.11	44.67
13. ลิกไนต์				
13.1 ลี (กก.)	4400	435.94	18.42	17.46
13.2 กระปี่ (กก.)	2600	257.6	10.88	10.32
13.3 แม่เมาะ (กก.)	2500	247.7	10.47	9.92
13.4 แจ็คคอน(กก.)	3610	357.67	15.11	14.32
พลังงานใหม่และหมุนเวียน				
1. พิน (กก.)	3820	378.48	15.99	15.16
2. ถ่าน (กก.)	6900	683.64	28.88	27.38
3. แกลบ (กก.)	3440	340.83	14.4	13.65
4. กากอ้อย (กก.)	1800	178.34	7.53	7.14
5. ขยะ (กก.)	1160	114.93	4.86	4.6
6. ชีลื้อย (กก.)	2600	257.6	10.88	10.32
7. วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (กก.)	3030	300.21	12.68	12.02
8. ชังข้าวโพด (กก.)	4309.6	427.04	18.04	17.10
9. ก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตร)	5000	495.39	20.93	19.84

ที่มา : เอกสารประกอบการเรียนวิชา Energy conservation.

การแปลงหน่วยของพลังงานในหน่วยต่างๆ ให้อยู่ในหน่วย เมกะจูล เพื่อความสะดวกในการคิดคำนวณและในหน่วยอื่นๆสามารถแปลงเป็นค่าพลังงานความร้อนได้และเป็นค่าคงที่ไม่เป็นที่ผิวผวน

2.15.2 หน่วยและการแปลงหน่วยความร้อน

1 กิโลแคลอรี (kcal)	=	4186	จูล	(joules)
	=	3.968	บีทียู	(Btu)
1 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ(toe)	=	10.093	จิกะแคลอรี	(Gcal)
	=	42.244	จิกะจูล	(GJ)
	=	40.047×10^6	บีทียู	(Btu)
1 บาร์เรล(barrel)	=	158.99	ลิตร	(litres)
1 ลูกบาศก์เมตรของไม้	=	600	กิโลกรัม (kg.)	
1 ลูกบาศก์เมตรของถ่าน	=	250	กิโลกรัม (kg.)	
5 กิโลกรัมของฟืน	=	1	กิโลกรัมของถ่าน	
1 ลิตรของก๊าซปิโตรเลียมเหลว	=	0.54	กิโลกรัม (kg.)	

ตารางที่ 2.12 ตัวอย่างการคำนวณค่าพลังงานจากน้ำมันและถ่านหิน

ชนิดเชื้อเพลิง	ค่าพลังงาน
ก๊าซธรรมชาติ (kcal/ลบ.ฟุต)	248
น้ำมันเบนซิน (kcal/ลิตร)	7520
น้ำมันดีเซล (kcal/ลิตร)	8700
พลังงานไฟฟ้า (kcal/หน่วย)	860
ถ่านหินลิกไนท์แม่เมาะ (kcal/kg.)	2500

ที่มา : เอกสารประกอบการเรียนวิชา Energy conservation

สมมติใช้ก๊าซธรรมชาติ ผลิตกระแสไฟฟ้า ตามความต้องการของลูกค้า จำนวน 10,000 หน่วย โดยใช้เครื่องแก๊สเทอร์ไบน์ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปพลังงานเพียง 35 % อยากรทราบว่าต้องใช้ก๊าซธรรมชาติปริมาณเท่าใด และหากก๊าซธรรมชาติราคา ลบ.ฟุตละ 0.15 บาท จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเท่าไร และหาต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยเป็นเท่าไร

วิธีคิด

ก๊าซธรรมชาติ 1 ลบ. ฟุต ให้พลังงาน	248 kcal
พลังงานไฟฟ้าหนึ่งหน่วยต้องใช้พลังงาน	860 kcal
เครื่องแก๊สเทอร์ไบน์มีประสิทธิภาพ	35 %

โจทย์ต้องการไฟฟ้า 10,000 หน่วย คิดเป็นพลังงาน $860 \times 10,000 = 8,600,000$ kcal

ดังนั้นต้องใช้ก๊าซธรรมชาติ $(8,600,000 / 248) / 0.35 = 99,078$ ลบ.ฟุต

ค่าใช้จ่ายของ ก๊าซธรรมชาติเป็นเงิน $99,078 \times 0.15 = 14,861.70$ บาท

ต้นทุนต่อหน่วย $14,861.7 / 10,000 = 1.49$ บาท/หน่วย

2.16 เทคนิคการเขียนแบบสอบถามสำหรับการทำวิจัยหรือวิทยานิพนธ์

2.16.1 จุดมุ่งหมาย

มีจุดมุ่งหมายที่ต้องการแสดงให้เห็นว่า เทคนิคการเขียนคำถามของแบบสอบถามมีลักษณะอย่างไร มีโครงสร้างหรือองค์ประกอบอะไรบ้าง พร้อมทั้งแสดงให้เห็นด้วยว่า เทคนิคการเขียนคำถามของแบบสอบถามให้สอดคล้องกันอย่างเป็นระบบ รวมทั้งครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัยกรอบแนวคิดการวิจัย และสาระสำคัญอย่างครบถ้วนทำได้อย่างไร ทั้งนี้ เพื่อช่วยเพิ่มมาตรฐานให้แบบสอบถาม อันจะเป็นประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดจนการนำเสนอผลงานวิจัยสนามของการทำวิจัยหรือวิทยานิพนธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการ ให้มีมาตรฐานตามไปด้วย นอกจากนี้แล้ว ผู้ศึกษายังอาจนำ “เทคนิคการเขียนแบบสอบถามสำหรับการทำวิจัยหรือวิทยานิพนธ์” นี้ไปใช้เป็นเครื่องมือหรือตัวชี้วัดที่สำคัญสำหรับการตรวจสอบว่าแบบสอบถามหรือคำถามของแบบสอบถามได้เขียนขึ้นอย่างเป็นระบบหรือไม่เพียงใดอีกด้วย

แบบสอบถาม หมายถึง รูปแบบของคำถามเป็นชุดๆ ที่ได้ถูกรวบรวมไว้อย่างมีหลักเกณฑ์และเป็นระบบ เพื่อใช้วัดสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการจะวัดจากกลุ่มตัวอย่างหรือประชากรเป้าหมายให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริงทั้งในอดีต ปัจจุบันและการคาดคะเนเหตุการณ์ในอนาคต แบบสอบถามประกอบด้วยรายการคำถามที่สร้างอย่างประณีต เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นหรือข้อเท็จจริง โดยส่งให้กลุ่มตัวอย่างตามความสมัครใจ การใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น การสร้างคำถามเป็นงานที่สำคัญสำหรับผู้วิจัย เพราะถ้าผู้วิจัยอาจไม่มีโอกาสได้พบปะกับผู้ตอบแบบสอบถามเพื่ออธิบายความหมายต่าง ๆ ของข้อคำถามที่ต้องการเก็บรวบรวม

แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือวิจัยชนิดหนึ่งที่ยอมรับใช้กันมาก เพราะการเก็บรวบรวมข้อมูลสะดวกและสามารถใช้วัดได้อย่างกว้างขวาง การเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามสามารถทำได้ด้วยการสัมภาษณ์หรือให้ผู้ตอบด้วยตนเอง

2.16.2 โครงสร้างของแบบสอบถาม

โครงสร้างของแบบสอบถาม ประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญ ดังนี้

2.16.2.1 หนังสือนำหรือคำชี้แจง โดยมากมักจะอยู่ส่วนแรกของแบบสอบถาม อาจมีจดหมายนำอยู่ด้านหน้าพร้อมคำขอบคุณ โดยคำชี้แจงมักจะระบุถึงจุดประสงค์ที่ให้ออกแบบสอบถาม การนำคำตอบที่ได้ไปใช้ประโยชน์ คำอธิบายลักษณะของแบบสอบถาม วิธีการตอบแบบสอบถาม พร้อมตัวอย่าง ชื่อ และที่อยู่ของผู้วิจัย ประเด็นที่สำคัญคือการแสดงข้อความที่ทำให้ผู้ตอบมีความมั่นใจว่า ข้อมูลที่จะตอบไปจะไม่ถูกเปิดเผยเป็นรายบุคคล จะไม่มีผลกระทบต่อผู้ตอบ และมีการพิทักษ์สิทธิของผู้ตอบด้วย

2.16.2.2 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ เป็นต้น การที่จะถามข้อมูลส่วนตัวอะไรบางอย่างนั้นขึ้นอยู่กับกรอบแนวความคิดในการวิจัย โดยดูว่าตัวแปรที่สนใจจะศึกษานั้นมีอะไรบ้างที่เกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว และควรถามเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นในการวิจัยเท่านั้น

2.16.2.3 คำถามเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือตัวแปรที่จะวัด เป็นความคิดเห็นของผู้ตอบในเรื่องของคุณลักษณะ หรือตัวแปรนั้น

2.16.3 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามประกอบไปด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

2.16.3.1 ศึกษาคุณลักษณะที่จะวัด

การศึกษาคุณลักษณะอาจดูได้จาก วัตถุประสงค์ของการวิจัย กรอบแนวความคิดหรือสมมติฐานการวิจัย จากนั้นจึงศึกษาคุณลักษณะ หรือตัวแปรที่จะวัดให้เข้าใจอย่างละเอียดทั้งเชิงทฤษฎีและนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.16.3.2 กำหนดประเภทของข้อคำถาม

ข้อคำถามในแบบสอบถามอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

ก. คำถามปลายเปิด (Open Ended Question) เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างเต็มที่ ซึ่งคาดว่าจะได้คำตอบที่แน่นอน สมบูรณ์ ตรงกับสภาพความเป็นจริงได้มากกว่าคำตอบที่จำกัดวงให้ตอบ คำถามปลายเปิดจะนิยมใช้กันมากในกรณีที่ผู้วิจัยไม่สามารถคาดเดาได้ล่วงหน้าว่าคำตอบจะเป็นอย่างไร หรือใช้คำถามปลายเปิดในกรณีที่ต้องการได้คำตอบเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างคำถามปลายปิด แบบสอบถามแบบนี้มีข้อเสียคือ มักจะถามได้ไม่มากนัก การรวบรวมความคิดเห็นและการแปลผลมักจะมีความยุ่งยาก

ข. คำถามปลายปิด (Close Ended Question) เป็นคำถามที่ผู้วิจัยมีแนวคำตอบไว้ให้ผู้ตอบเลือกตอบจากคำตอบที่กำหนดไว้เท่านั้น คำตอบที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ล่วงหน้ามักได้มาจากการทดลองใช้คำถามในลักษณะที่เป็นคำถามปลายเปิด หรือการศึกษากรอบแนวความคิด สมมติฐานการวิจัย และนิยามเชิงปฏิบัติการ คำถามปลายเปิดมีวิธีการเขียนได้หลาย ๆ แบบ เช่น แบบให้เลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง แบบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แบบผู้ตอบจัดลำดับความสำคัญหรือแบบให้เลือกคำตอบหลายคำตอบ

2.16.3.3 การร่างแบบสอบถาม

เมื่อผู้วิจัยทราบถึงคุณลักษณะหรือประเด็นที่จะวัด และกำหนดประเภทของข้อคำถามที่จะมีอยู่ในแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงลงมือเขียนข้อคำถามให้ครอบคลุมทุกคุณลักษณะหรือประเด็นที่จะวัด โดยเขียนตามโครงสร้างของแบบสอบถามที่ได้กล่าวไว้แล้ว และหลักการในการสร้างแบบสอบถาม ดังนี้

ก. ต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนว่าต้องการจะถามอะไรบ้าง โดยจุดมุ่งหมายนั้นจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่จะทำ

ข. ต้องสร้างคำถามให้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ เพื่อป้องกันการมีข้อคำถามนอกประเด็นและมีข้อคำถามจำนวนมาก

ค. ต้องถามให้ครอบคลุมเรื่องที่วัด โดยมีจำนวนข้อคำถามที่พอเหมาะ ไม่มากหรือน้อยเกินไป แต่จะมากหรือน้อยเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่จะวัด ซึ่งตามปกติพฤติกรรมหรือเรื่องที่วัดเรื่องหนึ่งๆ นั้นควรมีข้อคำถาม 25-60 ข้อ

ง. การเรียงลำดับข้อคำถาม ควรเรียงลำดับให้ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน และแบ่งตามพฤติกรรมย่อยๆ ไว้เพื่อให้ผู้ตอบเห็นชัดเจนและง่ายต่อการตอบ นอกจากนี้ต้องเรียงคำถามง่ายๆ ไว้เป็นข้อแรกๆ เพื่อชักจูงให้ผู้ตอบอยากตอบคำถามต่อ ส่วนคำถามสำคัญๆ ไม่ควรเรียงไว้ตอนท้ายของแบบสอบถาม เพราะความสนใจในการตอบของผู้ตอบอาจจะน้อยลง ทำให้ตอบอย่างไม่ตั้งใจ ซึ่งจะส่งผลเสียต่อการวิจัยมาก

จ. ลักษณะของข้อความที่ดี ข้อคำถามที่ดีของแบบสอบถามนั้น ควรมีลักษณะดังนี้

จ.1 ข้อคำถามไม่ควรยาวจนเกินไป ควรใช้ข้อความสั้น กระชับ ตรงกับวัตถุประสงค์และสอดคล้องกับเรื่อง

จ.2 ข้อความ หรือภาษาที่ใช้ในข้อความต้องชัดเจน เข้าใจง่าย

จ.3 ค่าเฉลี่ยในการตอบแบบสอบถามไม่ควรเกินหนึ่งชั่วโมง ข้อคำถามไม่ควรมากเกินไปจนทำให้ผู้ตอบเบื่อหน่ายหรือเหนื่อยล้า

จ.4 ไม่ถามเรื่องที่เป็นความลับเพราะจะทำให้ได้คำตอบที่ไม่ตรงกับข้อเท็จจริง

จ.5 ไม่ควรใช้ข้อความที่มีความหมายกำกวมหรือข้อความที่ทำให้ผู้ตอบแต่ละคนเข้าใจความหมายของข้อความไม่เหมือนกัน

จ.6 ไม่ถามในเรื่องที่รู้แล้ว หรือถามในสิ่งที่วัดได้ด้วยวิธีอื่น

จ.7 ข้อคำถามต้องเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง คือ ต้องคำนึงถึงระดับการศึกษา ความสนใจ สภาพเศรษฐกิจ ฯลฯ

จ.8 ข้อคำถามหนึ่งๆ ควรถามเพียงประเด็นเดียว เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนและตรงจุดซึ่งจะง่ายต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

จ.9 คำตอบหรือตัวเลือกในข้อคำถามควรมีมากพอ หรือให้เหมาะสมกับข้อคำถามนั้น แต่ถ้าไม่สามารถระบุได้หมดก็ให้ใช้ว่า อื่นๆ โปรดระบุ

จ.10 ควรหลีกเลี่ยงคำถามที่เกี่ยวกับค่านิยมที่จะทำให้ผู้ตอบไม่ตอบตามความเป็นจริง

จ.11 คำตอบที่ได้จากแบบสอบถาม ต้องสามารถนำมาแปลงออกมาในรูปของปริมาณและใช้สถิติอธิบายข้อเท็จจริงได้ เพราะปัจจุบันนี้นิยมใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์

ข้อมูล ดังนั้นแบบสอบถามควรคำนึงถึงวิธีการประมวลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วย

2.16.3.4 การปรับปรุงแบบสอบถาม

หลังจากที่สร้างแบบสอบถามเสร็จแล้ว ผู้วิจัยควรนำแบบสอบถามนั้นมาพิจารณาทบทวนอีกครั้งเพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข และควรให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบแบบสอบถามนั้นด้วยเพื่อที่จะได้นำข้อเสนอแนะและข้อวิพากษ์วิจารณ์ของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

2.16.3.5 วิเคราะห์คุณภาพแบบสอบถาม

เป็นการนำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเล็กๆ เพื่อนำผลมาตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม ซึ่งการวิเคราะห์หรือตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามทำได้หลายวิธี แต่ที่สำคัญมี 2 วิธี ได้แก่

ก. ความตรง (Validity) หมายถึง เครื่องมือที่สามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัด โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

ก.1 ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) คือ การที่แบบสอบถามมีความครอบคลุมวัตถุประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ ค่าสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพ คือ ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ หรือเนื้อหา (IOC: Index of Item Objective Congruence) หรือดัชนีความเหมาะสม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินเนื้อหาของข้อถามเป็นรายข้อ

ก.2 ความตรงตามเกณฑ์ (Criterion-related Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบวัดที่สามารถวัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง แบ่งออกได้เป็นความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์และความเที่ยงตรงตามสภาพ สถิติที่ใช้วัดความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ทั้งของ Pearson และ Spearman และ ค่า t-test เป็นต้น

ก.3 ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบสอบถามที่สามารถวัดได้ตรงตามโครงสร้างหรือทฤษฎี ซึ่งมักจะมีในแบบวัดทางจิตวิทยาและแบบวัดสติปัญญา สถิติที่ใช้วัดความเที่ยงตรงตามโครงสร้างมีหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) การตรวจสอบในเชิงเหตุผล เป็นต้น

ข. ความเที่ยง (Reliability) หมายถึง เครื่องมือที่มีความคงเส้นคงวา นั่นคือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผลการวัดที่แน่นอนคงที่จะวัดกี่ครั้งผลจะได้เหมือนเดิม สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเที่ยงมีหลายวิธีแต่นิยมใช้กันคือ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ คอนบาร์ช (Conbach's Alpha Coefficient: α coefficient) ซึ่งจะใช้สำหรับข้อมูลที่มีการแบ่งระดับการวัดแบบประมาณค่า (Rating Scale)

2.16.3.6 ปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์

ผู้วิจัยจะต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่ได้จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถาม และตรวจสอบความถูกต้องของถ้อยคำหรือสำนวน เพื่อให้แบบสอบถามมีความสมบูรณ์

และมีคุณภาพผู้ตอบอ่านเข้าใจได้ตรงประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการ ซึ่งจะทำให้ผลงานวิจัยเป็นที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

2.16.3.7 จัดพิมพ์แบบสอบถาม

จัดพิมพ์แบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วเพื่อนำไปใช้จริงในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย โดยจำนวนที่จัดพิมพ์ควรมากกว่าจำนวนเป้าหมายที่ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล และควรมีการพิมพ์สำรองไว้ในกรณีแบบสอบถามเสียหรือสูญหายหรือผู้ตอบไม่ตอบกลับ แนวทางในการจัดพิมพ์แบบสอบถามมีดังนี้

- ก. การพิมพ์แบ่งหน้าให้สะดวกต่อการเปิดอ่านและตอบ
- ข. เว้นที่ว่างสำหรับคำถามปลายเปิดไว้เพียงพอ
- ค. พิมพ์อักษรขนาดใหญ่ชัดเจน ใช้สีและลักษณะกระดาษที่เอื้อต่อการอ่าน

2.16.4 หลักการสร้างแบบสอบถาม

- 2.16.4.1 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย
- 2.16.4.2 ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย เหมาะสมกับผู้ตอบ
- 2.16.4.3 ใช้ข้อความที่สั้น กระชับรัด ได้ใจความ
- 2.16.4.4 แต่ละคำถามควรมีนัย เพียงประเด็นเดียว
- 2.16.4.5 หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธซ้อน
- 2.16.4.6 ไม่ควรใช้คำย่อ
- 2.16.4.7 หลีกเลี่ยงการใช้คำที่เป็นนามธรรมมาก
- 2.16.4.8 ไม่ชี้้นำการตอบให้เป็นไปแนวทางใดแนวทางหนึ่ง
- 2.16.4.9 หลีกเลี่ยงคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเกิดความลำบากใจในการตอบ
- 2.16.4.10 คำตอบที่มีให้เลือกต้องชัดเจนและครอบคลุมคำตอบที่เป็นไปได้
- 2.16.4.11 หลีกเลี่ยงคำที่สื่อความหมายหลายอย่าง
- 2.16.4.12 ไม่ควรเป็นแบบสอบถามที่มีจำนวนมากเกินไป ไม่ควรให้ผู้ตอบใช้เวลาในการตอบแบบสอบถามนานเกินไป
- 2.16.4.13 ข้อคำถามควรถามประเด็นที่เฉพาะเจาะจงตามเป้าหมายของการวิจัย
- 2.16.4.14 คำถามต้องน่าสนใจสามารถกระตุ้นให้เกิดความอยากตอบ

2.16.5 เทคนิคการใช้แบบสอบถาม

วิธีใช้แบบสอบถามมี 2 วิธี คือการส่งทางไปรษณีย์ กับการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งไม่ว่ากรณีใดต้องมีจุดหมายระบุวัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล ตลอดจนความสำคัญของข้อมูลและผลที่คาดว่าจะได้รับ เพื่อให้ผู้ตอบตระหนักถึงความสำคัญและสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม การทำให้อัตราตอบแบบสอบถามสูงเป็นเป้าหมายสำคัญของผู้วิจัย ข้อมูลจากแบบสอบถามจะเป็นตัวแทนของประชากรได้เมื่อมีจำนวนแบบสอบถามคืนมากกว่าร้อยละ 90 ของจำนวนแบบสอบถามที่ส่งไป แนวทางที่จะทำให้ได้รับแบบสอบถามกลับคืนในอัตราที่สูง มีวิธีการดังนี้

2.16.5.1 มีการติดตามแบบสอบถามเมื่อให้เวลาผู้ตอบไประยะหนึ่ง ระยะเวลาที่เหมาะสมในการติดตามคือ 2 สัปดาห์ หลังครบกำหนดส่ง อาจติดตามมากกว่าหนึ่งครั้ง

2.16.5.2 วิธีการติดตามแบบสอบถาม อาจใช้จดหมาย ไปรษณีย์ โทรศัพท์ เป็นต้น ในกรณีที่ข้อความถามอาจจะถามในเรื่องของส่วนตัว ผู้วิจัยต้องให้ความมั่นใจว่าข้อมูลที่ได้จะเป็นความลับ

2.16.6 ข้อเด่นและข้อด้อยของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

การใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีข้อเด่นและข้อด้อยที่ต้องพิจารณาประกอบในการเลือกใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.16.6.1 ข้อเด่นของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามมีดังนี้ คือ

- ก. ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ วิธีการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม จะเป็นวิธีการที่สะดวกและประหยัดกว่าวิธีอื่น
- ข. ผู้ตอบมีเวลาตอบมากกว่าวิธีการอื่น
- ค. ไม่จำเป็นต้องฝึกอบรมพนักงานเก็บข้อมูลมากเหมือนกับวิธีการสัมภาษณ์ หรือวิธีการสังเกต
- ง. ไม่เกิดความลำเอียงอันเนื่องมาจากการสัมภาษณ์หรือการสังเกต เพราะผู้ตอบเป็นผู้ตอบข้อมูลเอง

จ. สามารถส่งแบบสอบถามให้ผู้ตอบทางไปรษณีย์ได้

ฉ. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูล

2.16.6.2 ข้อด้อยของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม มีดังนี้คือ

ก. ในกรณีที่ส่งแบบสอบถามให้ผู้ตอบทางไปรษณีย์ มักจะได้แบบสอบถามกลับคืนมาน้อย และต้องเสียเวลาในการติดตาม อาจทำให้ระยะเวลาการเก็บข้อมูลล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้

ข. การเก็บข้อมูลโดยวิธีการใช้แบบสอบถามจะใช้ได้เฉพาะกับกลุ่มประชากรเป้าหมายที่อ่านและเขียนหนังสือได้เท่านั้น

ค. จะได้ข้อมูลจำกัดเฉพาะที่จำเป็นจริงๆ เท่านั้น เพราะการเก็บข้อมูลโดยวิธีการใช้แบบสอบถามจะต้องมีคำถามจำนวนน้อยข้อที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ง. การส่งแบบสอบถามไปทางไปรษณีย์ หน่วยตัวอย่างอาจไม่ได้เป็นผู้ตอบแบบสอบถามเองก็ได้ ทำให้คำตอบที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงกับความจริง

จ. ถ้าผู้ตอบไม่เข้าใจคำถามหรือเข้าใจคำถามผิด หรือไม่ตอบคำถามบางข้อ หรือไม่ตรงตรงให้รอบคอบก่อนที่จะตอบคำถาม ก็จะทำให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนได้ โดยที่ผู้วิจัยไม่สามารถย้อนกลับไปสอบถามหน่วยตัวอย่างนั้นได้อีก

ฉ. ผู้ที่ตอบแบบสอบถามกลับคืนมาทางไปรษณีย์ อาจเป็นกลุ่มที่มีลักษณะแตกต่างจากกลุ่มผู้ที่ไม่ตอบแบบสอบถามกลับคืนมา ดังนั้นข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะมีความลำเอียงอันเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างได้

2.17 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรรถพล จันทะมัต, (2552) ได้ศึกษาการลดใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ ให้ได้ไม่น้อยกว่า 5% ซึ่งในปี 2551 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 162,586.08 kWh คิดเป็นค่าเงิน 591,940.70 บาท ในปีดังกล่าวนี้มีการผลิต 49,768.74 ตัน คิดเป็นอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อการผลิต 1 ตัน 2.58 ลิตร ซึ่งกระบวนการผลิตของโรงงานแบ่งออกเป็น 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เสา-วง อิฐบล็อก ท่ออัดแรง คอนกรีตผสมเสร็จ สำหรับในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เน้นที่การศึกษาแนวทางการลดการใช้พลังงานและน้ำมันทั้งหมดของโรงงาน กระบวนการวิจัยผู้ศึกษาได้นำ กระบวนการจัดการ การซ่อมบำรุงซึ่งป้องกัน ระบบการจัดการพลังงาน และการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์มาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการอย่างเป็นระบบ พบว่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานจากการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตในช่วงก่อนทำการศึกษา(มกราคม-สิงหาคม 2551) มีการใช้พลังงานไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ยค่อนข้างสูงคือประมาณ 3.45 kWh/หน่วย และ 2.57 ลิตร/หน่วย ตามลำดับ ในช่วงทำการศึกษา (มกราคม-สิงหาคม 2552) พบว่าค่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานเปรียบเทียบกับอัตราการผลิต มีการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อดีเซลโดยเฉลี่ย 3.25 kWh/หน่วย และ 2.40 ลิตรต่อหน่วย ตามลำดับ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์รวมของการลดพลังงาน 2 ชนิด ได้ 12.41 เปอร์เซ็นต์

ศรารณม์ อัญญกช, (2545) ได้ศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตน้ำของโรงงานผลิตน้ำบางเขน ซึ่งมีกำลังการผลิต 3.2 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ดำเนินการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต โรงงานผลิตน้ำได้ใช้แรงดันไฟฟ้าที่สูงมากทำให้ยากต่อการตรวจวัดข้อมูลทางด้านไฟฟ้าด้วยตนเอง ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลที่ได้จากการจดบันทึกของเจ้าหน้าที่ประจำในโรงงาน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ค่าเฉลี่ยรายเดือนของพลังงานไฟฟ้าโดยรวมของโรงงานผลิตน้ำบางเขนเท่ากับ 13,815,281 kWh ผลการวิเคราะห์ค่าโหลดแพกเตอร์พบว่าโรงสูบน้ำทุกโรงมีค่าโหลดแพกเตอร์อยู่ในเกณฑ์ที่ดี (มากกว่า 0.85) ยกเว้นโรงสูบน้ำจ่ายน้ำเนื่องจากต้องสูบน้ำในช่วงเวลา 06.00-23.00 น. และจ่ายน้ำน้อยที่เวลา 24.00-05.00 น. ทำให้ค่าโหลดแพกเตอร์ต่ำลงเล็กน้อย คือ 0.7 โรงงานผลิตน้ำบางเขนใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU ดังนั้นจึงได้เลือกทำการจัดการทำงานของเครื่องสูบน้ำของโรงสูบน้ำดิบ โดยทำการควบคุมการหยุดเดินเครื่องสูบน้ำ No.2 ให้มีการเดินในช่วง off peak ให้มากที่สุด โดยยังคงรักษาระดับน้ำในถังเก็บน้ำใสให้อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ผลสรุปว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าลงได้ประมาณ 704,167 บาทต่อปี

อมรรัตน์ แก้วประดับ, (2546) ได้ศึกษาการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทโลหะโดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงาน จากผลการใช้พลังงานในโรงงานพบว่า มีลักษณะการใช้พลังงานใน 2 ส่วนด้วยกันคือ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนจากผลการสำรวจการใช้พลังงานในโรงงานพบว่าสามารถวิเคราะห์หาค่าดัชนี การใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ได้การใช้พลังงานในอดีตมีค่าเฉลี่ย 38.97 GJ/Tonอลูมิเนียม ซึ่งเป็นช่วงก่อนการศึกษาพบว่ามีค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ย 31.61 GJ/Tonอลูมิเนียม สามารถประหยัดพลังงานได้ 2,349 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 5,684.58 บาทต่อปี แนวทางการลดแรงดันอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศสามารถประหยัดพลังงานได้ 3,780 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 9,147.60 บาทต่อปี แนวทางการปรับความตึงสายพานมอเตอร์ในเครื่องอัดอากาศ สามารถประหยัดพลังงานได้ 2,502.58 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 6,056.23 บาทต่อปีแนวทางการลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด สามารถประหยัดพลังงานได้ 95 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 18,644.70 บาทต่อปี โดยพิจารณาลดการใช้พลังงานสูงสุดจาก Load Curve นี้ โดยพยายามรักษาระดับความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ส่วนแนวทางการจัดการและประหยัด พลังงานที่มีการลงทุนได้แก่ แนวทางการนำความร้อนทิ้งมาใช้ประโยชน์ สามารถประหยัดน้ำมันเตาเกรด C ได้ 923.74 ลิตรต่อปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 4,849.92 บาทต่อปี โดยใช้เงินลงทุน 10,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 2.06 ปี และอัตราผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 26.83 แนวทางการใช้บัลลาสต์ขดลวดชนิดที่มีการสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast) สามารถประหยัดพลังงานได้ 1,944 kWh/ปี คิดเงินที่สามารถประหยัดได้ 4,704.48 บาทต่อปี โดยลงทุน 6,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 1.28 ปี และอัตราผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 86.42 แนวทางการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศสามารถประหยัดพลังงานได้ 6,832.63 kWh/ปี คิดเงินที่สามารถประหยัดได้ 16,534.97 บาทต่อปี

โดยลงทุน 2,500 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 0.15 ปี และอัตราผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 591.16
แนวทางการแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์ สามารถประหยัดพลังงานได้ 568.29 kWh/ปี คิดเงินที่สามารถ
ประหยัดได้ 1,375.25 บาทต่อปี โดยลงทุนติดตั้งคาปาซิเตอร์ 12,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 8.73
ปี และอัตราผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 12.53



บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ

3.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานและสำรวจสภาพเบื้องต้นของโรงงานผลิตปลาต้ม

ศึกษาข้อมูลเรื่องการประหยัดพลังงานทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ โดยศึกษาข้อมูลจากการเข้าอบรมการประหยัดพลังงาน และกรณีศึกษาที่มีการดำเนินการลดการใช้พลังงานดังรายละเอียดที่ปรากฏในเอกสารอ้างอิง โดยบุคคลที่มีความรู้ด้านนี้ ได้แก่ อาจารย์ และพนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อเป็นการปรับพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเรื่องการประหยัดพลังงาน ที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงภายในโรงงาน พร้อมกับเข้าสำรวจโรงงานเก็บข้อมูลเบื้องต้นและลักษณะการทำงาน

3.2 เก็บข้อมูลต้นชี้ชีวิตก่อนทำโครงการ

3.2.1 การรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบการใช้พลังงาน

การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น ข้อมูลจากเอกสาร ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์พนักงานในโรงงาน ได้แก่ ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า (ใบเสร็จค่าไฟฟ้า) ข้อมูลการใช้น้ำมันดีเซล (ใบเสร็จค่าน้ำมัน) ข้อมูลการใช้แก๊สหุงต้ม (ใบเสร็จค่าแก๊สหุงต้ม) และข้อมูลอัตราการผลิตที่แสดงถึงการใช้พลังงานในแต่ละเดือนย้อนหลังเป็นเวลา 1 ปี ข้อมูลจากการสำรวจและสอบถาม ทำการสำรวจกระบวนการผลิตปลาต้ม และสอบถามลักษณะการทำงานรวมถึงการสอบถามข้อมูลต่างๆไปจากพนักงาน ข้อมูลแผนการซ่อมบำรุง และข้อมูลกระบวนการผลิต และทำการตรวจวัดเครื่องจักรทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิตปลาต้ม และเครื่องจักรทั้งหมดในโรงงานและอุปกรณ์หลักๆ ดังนี้

3.2.1.1 ระบบตู้แช่เย็น

ทำการสำรวจขนาดของตู้แช่เย็นและอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่วัตถุดิบเมื่อเทียบกับปริมาณจำนวนวัตถุดิบที่นำเข้าไปแช่ในตู้ทำความเย็น และสำรวจประสิทธิภาพการทำงานของระบบทำความเย็นของตู้แช่

3.2.1.2 หม้อแปลงไฟฟ้า

ทำการสำรวจจำนวน ชนิด และพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA)

3.2.1.3 แก๊ส

ทำการสำรวจจำนวน ขนาดและปริมาณที่ใช้ในการผลิตในแต่ละวัน และทำการตรวจสอบประสิทธิภาพในการทำงานของเตาแก๊ส

3.2.1.4 มอเตอร์ไฟฟ้า

ทำการสำรวจเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้มอเตอร์ เช่น เครื่องบดน้ำแข็ง เครื่องขุดเกล็ดปลา เครื่องเคล้าผสม โดยทำการสำรวจขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานทั้งหมดและทำการตรวจวัดปริมาณการใช้พลังงานขณะทำงานจริงเพื่อหาสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

3.2.2 สรุปดัชนีชี้วัดก่อนทำโครงการ

เนื่องจากโรงงานผลิตปลาต้ม มีการใช้พลังงานอยู่ 3 ชนิด คือ แก๊สหุงต้ม ไฟฟ้า น้ำมัน ดังนั้น ปริมาณการใช้พลังงานของพลังงานทั้ง 3 ชนิดนี้ จึงเป็นดัชนีชี้วัดก่อนทำโครงการ

3.3 จัดทำนโยบายร่วมสร้างทีมงานอนุรักษ์พลังงาน

ทำการประชุมร่วมกับทีมงานอนุรักษ์พลังงาน และพนักงานใช้เครื่องจักร เพื่อวิเคราะห์สภาพปัญหา พร้อมจัดทำมาตรการระเบียบปฏิบัติ ในการจัดการประหยัดพลังงาน และจัดระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

3.4 การจัดทำบัญชีเครื่องจักร

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้พลังงานไฟฟ้า แก๊สหุงต้มและน้ำมันดีเซล มาจัดทำรายการดังต่อไปนี้

3.4.1 บัญชีเครื่องจักร

จัดทำตารางบัญชีเครื่องจักรเพื่อให้ทราบว่าภายในโรงงานมีเครื่องจักรชนิดใดบ้าง จำนวนกี่เครื่อง ขนาดเท่าไร

3.4.2 Energy Layout

จัดทำ Energy Layout เพื่อวิเคราะห์ลักษณะ รูปแบบการส่งถ่ายพลังงานกระบวนการผลิต

3.4.3 Energy Chart

จัดทำตาราง Energy Chart เพื่อเป็นการแสดงการใช้พลังงานในทุกกระบวนการตั้งแต่เริ่มรับวัตถุดิบ เข้าสู่กระบวนการ แปรรูป จนเสร็จเป็นสินค้าสำเร็จรูป และจัดส่ง ซึ่งจะแสดงให้เห็นข้อมูลที่สำคัญ คือ

3.4.3.1 การใช้พลังงานในกระบวนการต่างๆ

3.4.3.2 ศักยภาพของพลังงานที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการ

3.4.3.3 ศักยภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ

3.4.4 สมการพลังงาน (Energy Equation)

การจัดทำสมการดัชนีพลังงานของโรงงาน (Energy Equation) เพื่อให้ทราบถึงการใช้พลังงานที่ผ่านมาว่าเป็นปกติ หรือไม่ปกติ ถ้าไม่เป็นปกติมาจากสาเหตุอะไรจะได้เข้าไปตรวจสอบแก้ไขได้ และสมการพลังงานยังช่วยพยากรณ์การใช้พลังงานในปีถัดไปได้ด้วย ถ้าปริมาณการผลิตมีความใกล้เคียงกับปีที่ใช้พยากรณ์

3.4.5 การวิเคราะห์ผลการตรวจวัดพลังงาน

การวิเคราะห์ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า น้ำมัน แก๊สหุงต้มเพื่อหาแนวทางการประหยัดพลังงานให้สอดคล้องกับลักษณะการใช้พลังงานของโรงงาน นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์ผลการตรวจวัดพลังงานเปรียบเทียบกับผลผลิตเพื่อหาค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิตก่อนดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานและหลังการดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานจากการใช้พลังงานในอดีตและกระบวนการผลิต

3.4.6 แนวทางการประหยัดพลังงาน

มาตรการต่างๆในการประหยัดพลังงานหากพิจารณาในแง่ของการปรับปรุงหรือการลงทุน โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 มาตรการ คือ

3.4.6.1 มาตรการที่ไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนน้อย

3.4.6.2 มาตรการที่มีการลงทุนปรับปรุงอุปกรณ์

3.4.6.3 มาตรการที่มีการลงทุนสูง ระยะคืนทุนนาน

3.5 นำมาตรการและระเบียบวิธีการปฏิบัติไปบังคับใช้ในโรงงาน

กำหนดให้พนักงานในโรงงานดำเนินงานตามมาตรการและวิธีปฏิบัติงานตามนโยบายที่ผู้บริหารวางไว้อย่างเคร่งครัดโดยที่พนักงานมีส่วนร่วมในการเสนอแนะ หรือแจ้งปัญหาในการปฏิบัติงานประหยัดพลังงาน หลังจากที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง (โดยมีระยะเวลาดำเนินการบริหารจัดการพลังงาน 5 เดือนหลังจากออกมาตรการเสร็จสิ้น)

3.6 ติดตามมาตรการและระเบียบปฏิบัติ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลประจำทุกเดือน

มีการสุ่มเข้าโรงงานทุกเดือนหลังจากบังคับใช้มาตรการ เพื่อตรวจการปฏิบัติงานของพนักงาน และสังเกตการปฏิบัติงานว่ามีปัญหาอะไรหรือไม่ เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

3.7 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีชี้วัดหลังปรับปรุง

เก็บข้อมูลปริมาณการใช้และค่าใช้จ่ายพลังงานหลังปรับปรุง รวมถึงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

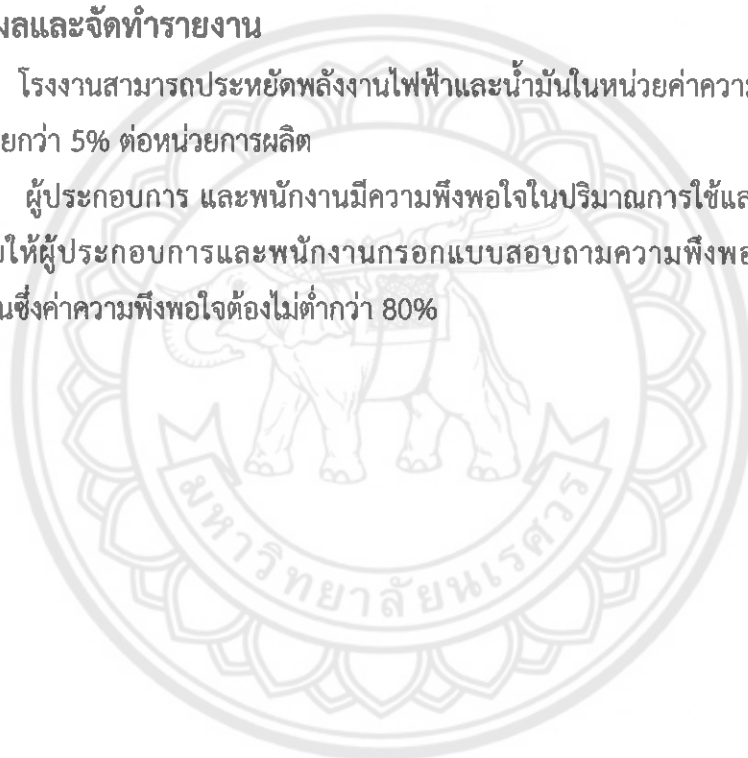
3.8 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานหลังปรับปรุง

นำดัชนีชี้วัดก่อนทำ มาเปรียบเทียบกับดัชนีชี้วัดหลังทำ เพื่อสังเกตการใช้พลังงานลดลงเล็กน้อยเพียงใด สังเกตกระบวนการผลิตและพฤติกรรมของพนักงานในองค์กร รวมทั้งระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

3.9 สรุปผลและจัดทำรายงาน

3.9.1 โรงงานสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าและน้ำมันในหน่วยค่าความร้อน Mega joules (MJ) ไม่น้อยกว่า 5% ต่อหน่วยการผลิต

3.9.2 ผู้ประกอบการ และพนักงานมีความพึงพอใจในปริมาณการใช้และค่าใช้จ่ายพลังงานที่ลดลง โดยให้ผู้ประกอบการและพนักงานกรอกแบบสอบถามความพึงพอใจในการบริหารจัดการพลังงานซึ่งค่าความพึงพอใจต้องไม่ต่ำกว่า 80%



บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 การสำรวจสภาพเบื้องต้น

- ชื่อวิสาหกิจ โรงงานผลิตปลาสาม จังหวัดเพชรบูรณ์
ประเภทโรงงาน อุตสาหกรรมขนาดย่อม อาหารแปรรูปจากเนื้อสัตว์
จำนวนพนักงาน ประจำ 6 คน รายวัน 50 คน
ผลิตภัณฑ์ - ปลาสามบรรจุแพ็ค
 - ข้าวเกรียบ,ปลาเส้น,ปลาแผ่น (มีการผลิตที่น้อยมาก)

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการผลิตปลาสาม

ผลิตภัณฑ์หลัก	ปลาสาม
กำลังการผลิต	540 ตัน/ปี
ผลิตจริง	450 ตัน/ปี
วัตถุดิบหลัก	ปลาสด
วัตถุดิบรอง	กระเทียม เครื่องเทศ

ตารางที่ 4.2 เวลาการผลิต

ฝ่าย	จำนวนวันทำงาน (วัน/ปี)	จำนวนชั่วโมงทำงาน (ชั่วโมง/วัน)	จำนวนกะ (กะ/วัน)
ผลิต	330	8	1
สำนักงาน	330	8	1

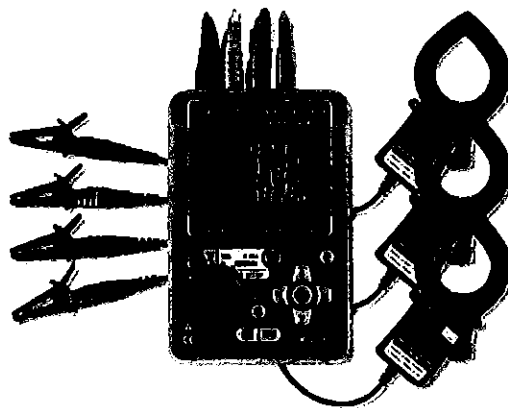
ตารางที่ 4.3 ผลผลิตปลาต้มรายเดือนในรอบ 12 เดือน ในปี 2552

เดือน	ปริมาณผลิตปลาต้ม(ตัน)
มกราคม	37.46
กุมภาพันธ์	29.88
มีนาคม	29.37
เมษายน	28.29
พฤษภาคม	32.88
มิถุนายน	37.82
กรกฎาคม	38.53
สิงหาคม	34.26
กันยายน	33.10
ตุลาคม	27.90
พฤศจิกายน	39.98
ธันวาคม	35.50
รวม	404.97
เฉลี่ย	33.75

4.2 เก็บข้อมูลดัชนีชี้วัดก่อนทำโครงการ

4.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบการใช้พลังงาน

จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของระบบรวม โดแก่ ไบโสรีจค่าไฟฟ้า ไบโสรีจค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและแก๊สหุงต้ม ที่แสดงถึงการใช้พลังงานในช่วง 1 ปีที่ผ่านมาการตรวจวัดลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงาน โดยติดตั้งเครื่องมือวัด Power meter ดังรูป 4.3 และบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้า 3 เฟสโดยทำการตรวจวัดที่ตู้ไฟฟ้าหลักของโรงงาน



รูปที่ 4.1 เครื่องมือวัด Power meter

4.2.1.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตปลาต้ม จังหวัดเพชรบูรณ์

จำนวนหม้อแปลง 1 ลูก

หม้อแปลงขนาด 100 kVA แรงดันไฟฟ้า 22 KV

ประเภทผู้ใช้ไฟ 3.2.2 กิจการขนาดกลาง แรงดัน 22-33 กิโลโวลต์(อัตรา TOU)

หมายเลขมิเตอร์ 20668521

พลังงานที่ใช้ 71,840 kWh/ปี

จากตารางที่ 2.11 ไฟฟ้า 1 หน่วย มีค่าพลังงานความร้อน 3.6 MJ

เทียบเท่าพลังงานความร้อนจะได้ว่า $71,840 \times 3.6 = 258,624$ MJ/ปี

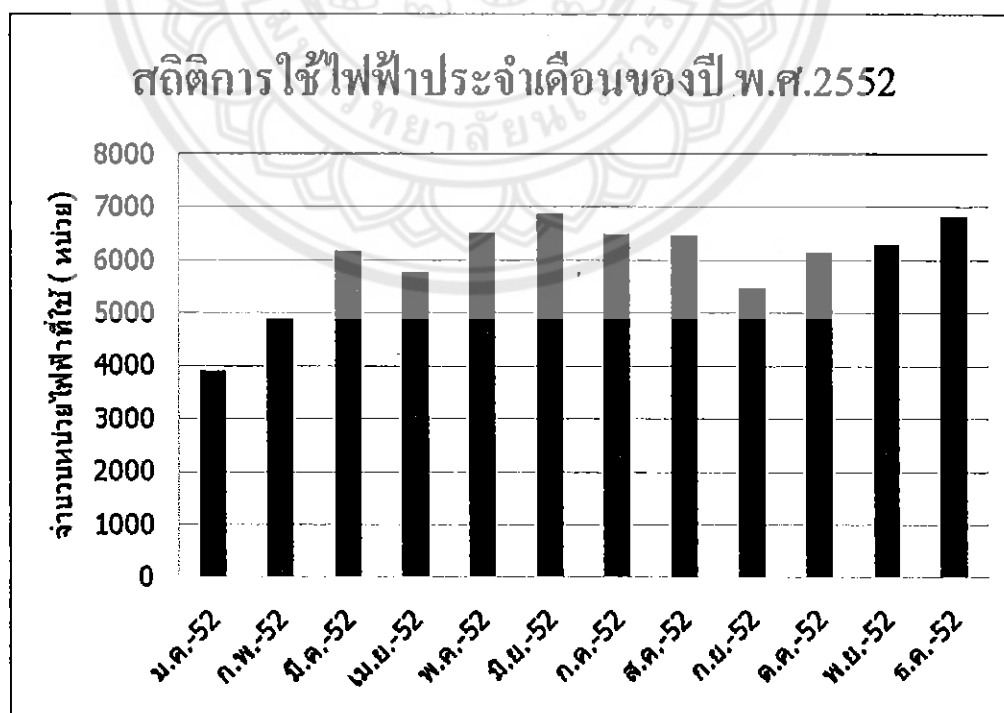
ค่าใช้จ่ายปริมาณพลังงานไฟฟ้า 267,180.26 บาท/ปี

ราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3.43 บาท/หน่วย

การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตปลาต้ม จะใช้พลังงานไฟฟ้าในอัตราช่วงเวลาของการใช้ (TOU) เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่กำหนดให้ราคาแตกต่างกันตามช่วงเวลา และราคาที่แตกต่างกันตามค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์) และค่าพลังงานไฟฟ้า (หน่วย) แตกต่างกันออกไป มีช่วงการใช้คือ วันจันทร์-ศุกร์ 09.00-22.00 น. (On-Peak) กับ วันจันทร์-ศุกร์ 22.00-09.00 น. และวันเสาร์-อาทิตย์วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย) เป็น (Off-Peak) ซึ่งการใช้ไฟฟ้าช่วงเวลา On Peak มีอัตราค่าไฟฟ้าที่แพงกว่าช่วงเวลา Off-Peak ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตปลาต้ม จังหวัดเพชรบูรณ์ ใช้พลังงานมอเตอร์และเครื่องทำความเย็นเป็นส่วนใหญ่และมีการปฏิบัติงานในช่วงเวลา 08.00-17.00 น. (On-Peak)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ระหว่างเดือน มกราคม 2552 – ธันวาคม 2552 ของ
โรงงานผลิตปลาสด จังหวัดเพชรบูรณ์

เดือน/ปี	พลังงานไฟฟ้า			รวมจำนวนเงิน (บาท)
	On-Peak (kWh)	Off-peak (kWh)	รวม (kWh)	
มกราคม	3,903.34	-	3,903.34	15,010.39
กุมภาพันธ์	4,906.71	-	4,906.71	19,002.42
มีนาคม	6,168.95	-	6,168.95	22,963.08
เมษายน	5,770.55	-	5,770.55	21,521.91
พฤษภาคม	6,518.41	-	6,518.41	23,885.40
มิถุนายน	6,875.51	-	6,875.51	25,572.91
กรกฎาคม	6,498.82	-	6,498.82	23,391.73
สิงหาคม	6,452.92	-	6,452.92	24,031.59
กันยายน	5,477.71	-	5,477.71	20,370.41
ตุลาคม	6,156.76	-	6,156.76	22,780.00
พฤศจิกายน	6,286.50	-	6,286.50	23,049.85
ธันวาคม	6,823.80	-	6,823.80	25,600.57
รวม	71,839.98	-	71,839.98	267,180.26
เฉลี่ย/เดือน	5,986.67	-	5,986.67	22,265.02



รูปที่ 4.2 กราฟสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2552

4.2.1.2 ข้อมูลการใช้พลังงานเชื้อเพลิงของโรงงานผลิตพลาสติก จังหวัดเพชรบูรณ์

ชนิดเชื้อเพลิง น้ำมันดีเซล

ปริมาณเชื้อเพลิง 5,461 ลิตร/ปี

จากตาราง 2.11 น้ำมัน 1 ลิตร มีค่าพลังงานความร้อน 36.42 MJ

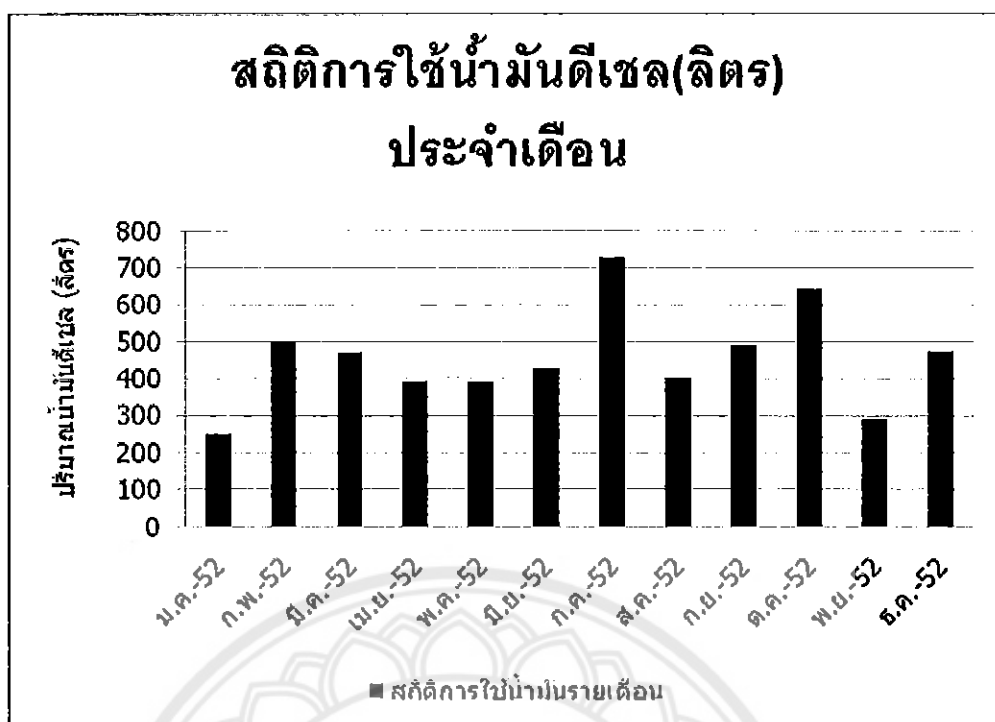
เทียบเท่าพลังงานความร้อน $5,461 \times 36.42 = 198,889.62$ MJ

ค่าใช้จ่ายปริมาณเชื้อเพลิง 134,680.91 บาท/ปี

การผลิตของโรงงานผลิตพลาสติก จังหวัดเพชรบูรณ์ มีการใช้รถยนต์ กระบะในการลำเลียงขนส่งวัตถุดิบคือพลาสติก จากบ่อเลี้ยงปลาไปยังโรงงาน ซึ่งใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดดีเซล มีปริมาณการใช้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชนิดน้ำมันดีเซล

เดือนปี	เชื้อเพลิงชนิด น้ำมันดีเซล	
	ปริมาณ(ลิตร)	ค่าใช้จ่าย(บาท)
มกราคม	250	4,567.91
กุมภาพันธ์	501	9,517.00
มีนาคม	471	9,689.00
เมษายน	391	8,947.00
พฤษภาคม	392	9,261.00
มิถุนายน	429	11,298.00
กรกฎาคม	729	19,279.00
สิงหาคม	398	11,142.00
กันยายน	492	12,938.00
ตุลาคม	644	17,164.00
พฤศจิกายน	289	8,133.00
ธันวาคม	475	12,745.00
รวม	5,461	134,680.91
เฉลี่ย/เดือน	455	11,223.41



รูปที่ 4.3 กราฟสถิติการใช้น้ำมันดีเซล ปี 2552

4.2.1.3 ข้อมูลการใช้พลังงานแก๊สหุงต้มของโรงงานผลิตปลาต้ม จังหวัดเพชรบูรณ์

ชนิดพลังงานแก๊สหุงต้ม

ปริมาณแก๊สหุงต้ม 4,640 กิโลกรัม/ปี

จากตารางที่ 2.1 จะได้ค่าพลังงานความร้อนของแก๊ส 1 กิโลกรัมมีค่าเท่า 46.1 MJ

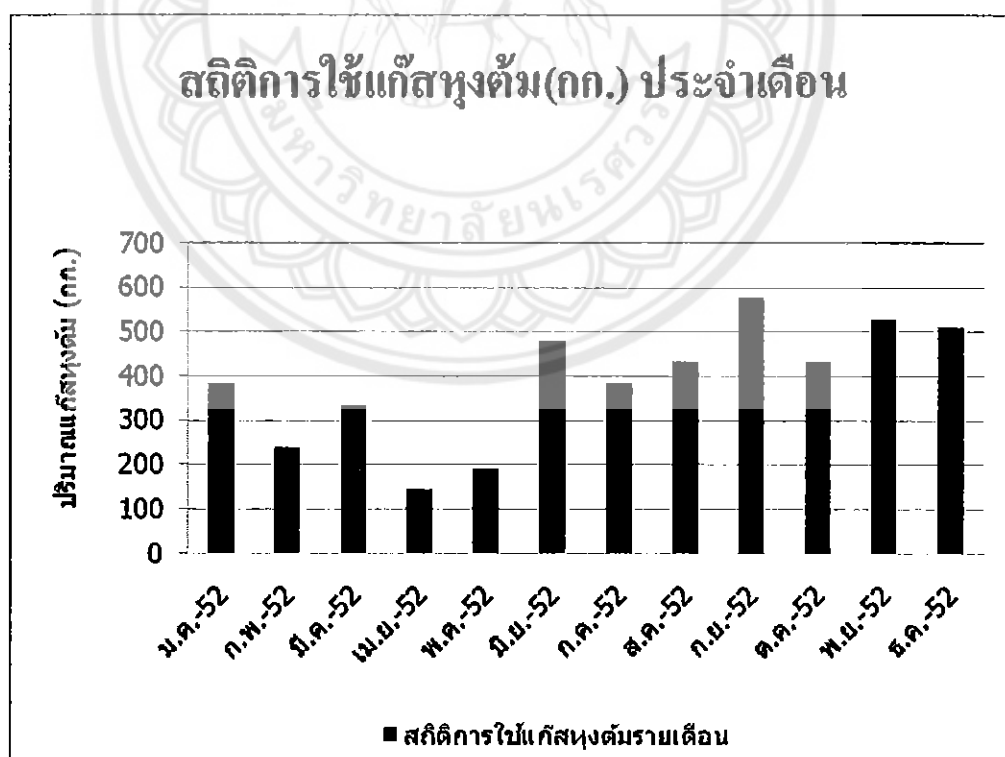
เทียบเท่าพลังงานความร้อนได้ว่า $4,640 \times 46.1 = 213,904$ MJ

ค่าใช้จ่ายปริมาณแก๊สหุงต้ม 78,927.27 บาท/ปี

การผลิตของโรงงานผลิตปลาต้ม จังหวัดเพชรบูรณ์ มีการใช้แก๊สหุงต้มในกระบวนการนึ่งข้าวเพื่อนำไปคลุกเคล้า ซึ่งมีปริมาณการใช้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการใช้แก๊สหุงต้ม

เดือนปี	แก๊สหุงต้ม	
	ปริมาณ(กิโลกรัม)	ค่าใช้จ่าย(บาท)
มกราคม	384	6,895.49
กุมภาพันธ์	240	4,125.64
มีนาคม	336	5,419.91
เมษายน	144	2,483.92
พฤษภาคม	192	3,371.22
มิถุนายน	480	8,200.40
กรกฎาคม	384	6,242.88
สิงหาคม	432	7,821.81
กันยายน	576	9,634.43
ตุลาคม	432	7,331.53
พฤศจิกายน	528	8,808.54
ธันวาคม	512	8,591.50
รวม	4,640	78,927.27
เฉลี่ย/เดือน	386.67	6,577.27



รูปที่ 4.4 กราฟสถิติการใช้แก๊สหุงต้ม ปี 2552

จากตารางที่ 4.4 , 4.5 และ 4.6 สามารถหาพลังงานความร้อนรวมใน 1 ปีของไฟฟ้า น้ำมันดีเซลและแก๊สหุงต้มได้ ดังตาราง 4.7 และหาสัดส่วนการใช้พลังงานของทั้ง 3 ชนิดได้ดังรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.7 การใช้พลังงานรวม

พลังงาน	ปริมาณ	ค่าความร้อน (MJ)	ร้อยละ
ไฟฟ้า (หน่วย)	71,840	258,624	38.52
น้ำมันดีเซล (ลิตร)	5,461	198,890	29.62
แก๊สหุงต้ม (กก.)	4,640	213,904	31.86
รวม	81,941	671,418	100



รูปที่ 4.5 กราฟสัดส่วนการใช้พลังงาน

4.2.2 ข้อมูลแผนผังการผลิตปลาสาม

โรงงานผลิตปลาสาม จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลิตกันที่ผลิต ปลาสามบรรจุแพ็ค เป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อมที่ผลิตอาหารที่แปรรูปมาจากเนื้อสัตว์ ได้แก่ เนื้อปลา ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ผลิตกันที่ปลาสาม มีขั้นตอนกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ขั้นตอนกระบวนการผลิตพลาสติก

4.2.3 การศึกษาค่าดัชนีการใช้พลังงาน

การหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจากปริมาณการใช้พลังงานจากการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซลและแก๊สหุงต้ม ในแต่ละเดือนโดยแบ่งเป็นช่วงก่อนทำการศึกษา (มกราคม-ธันวาคม 2552) ดังตารางที่ 4.8 และช่วงทำการศึกษา (มกราคม – ธันวาคม 2552) แล้วนำค่าดัชนีการใช้พลังงานของทั้ง 2 ช่วงมาหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของการใช้พลังงาน จากตารางที่ 4.8 ดัชนีชี้วัดก่อนทำโครงการ จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานรวมทั้ง 3 ชนิดต่อหน่วยการผลิตในหน่วยพลังงานความร้อน คือ 20,081.31 MJ เป้าหมายของโครงการนี้ต้องการลดการใช้พลังงานรวมต่อหน่วยการผลิตในหน่วยพลังงานความร้อน 5% เมื่อเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดก่อนทำโครงการและช่วงทำการศึกษาโครงการ



ตารางที่ 4.8 ดัชนีชี้วัดก่อนทำโครงการ

เดือนปี	ผลผลิต ต่อหน่วย	ปริมาณการใช้พลังงาน						ดัชนีการใช้พลังงาน						รวม
		ไฟฟ้า		แก๊ส		น้ำมันดีเซล		ไฟฟ้า		แก๊ส		น้ำมัน		
		kWh	MJ	กก.	MJ	ลิตร	MJ	kWh/หน่วย	MJ/หน่วย	Kg/หน่วย	MJ/หน่วย	ลิตร/หน่วย	MJ/หน่วย	
มกราคม	37.46	3,903.34	14,052.02	384	17,702	250	9,105	104.19	375.08	10.25	472.56	6.67	243.06	1,090.70
กุมภาพันธ์	29.88	4,906.71	17,664.16	240	11,064	501	18,246	164.21	591.17	8.03	370.28	16.77	610.64	1,572.09
มีนาคม	29.37	6,168.95	22,208.22	336	15,490	471	17,154	210.06	756.20	11.44	527.41	16.04	584.07	1,867.68
เมษายน	28.29	5,770.55	20,773.98	144	6,638	391	14,240	203.99	734.37	5.09	234.64	13.82	503.36	1,472.37
พฤษภาคม	32.88	6,518.41	23,466.28	192	8,851	392	14,277	198.25	713.69	5.84	269.19	11.92	434.22	1,417.10
มิถุนายน	37.82	6,875.51	24,751.84	480	22,128	429	15,624	181.78	654.39	12.69	585.09	11.34	413.11	1,652.59
กรกฎาคม	38.53	6,498.82	23,395.75	384	17,702	729	26,550	168.68	607.24	9.97	459.43	18.92	689.07	1,755.74
สิงหาคม	34.26	6,452.92	23,230.51	432	19,915	398	14,495	188.33	677.99	12.61	581.29	11.62	423.09	1,682.37
กันยายน	33.10	5,477.71	19,719.76	576	26,554	492	17,919	165.51	595.84	17.40	802.24	14.86	541.36	1,939.44
ตุลาคม	27.90	6,156.76	22,164.34	432	19,915	644	23,454	220.64	794.31	15.48	713.80	23.08	840.65	2,348.76
พฤศจิกายน	39.98	6,286.50	22,631.40	528	24,341	289	10,525	157.26	566.12	13.21	608.83	7.23	263.26	1,438.21
ธันวาคม	35.50	6,823.80	24,565.68	512	23,603	475	17,300	192.24	692.07	14.42	664.87	13.38	487.32	1,844.26
รวม	404.97	71,839.98	258,623.93	4,640	213,904	5,461	198,890	2,155.13	7,758.48	136.44	6,289.63	165.66	6,033.20	20,081.31
สูงสุด	39.98	6,875.51	24,751.84	576	26,554	729	26,550	220.64	794.31	17.40	820.24	23.08	840.65	2,455.20
ต่ำสุด	27.90	3,903.34	14,052.02	144	6,638	250	9,105	104.19	375.08	5.09	234.64	6.67	243.06	852.78
เฉลี่ย/เดือน	33.75	5,986.67	21,551.99	387	17,825	455	16,574	179.59	646.54	11.37	524.14	13.80	502.77	1,673.45

4.3 การวางยุทธศาสตร์การจัดการพลังงาน

4.3.1 นโยบายการจัดการพลังงาน

ตามที่โรงงานผลิตปลาสด จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้มีประกาศนโยบายด้านพลังงานเพื่อดำเนินการจัดการและใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการมีส่วนร่วมของพลังงานทุกระดับในองค์กร เพื่อนำไปสู่การประหยัดพลังงานอย่างเป็นระบบและยั่งยืน

4.3.1.1 มุ่งมั่นในการใช้พลังงานทุกประเภทที่นำมาใช้ในการผลิต และกิจกรรมทางธุรกิจต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

4.3.1.2 จัดให้มีคณะทำงานและกลุ่มกิจกรรมย่อยที่ตรวจสอบ และพัฒนาการจัดการพลังงานภายในโรงงานอย่างเป็นรูปธรรม ปฏิบัติงานได้ชัดเจน

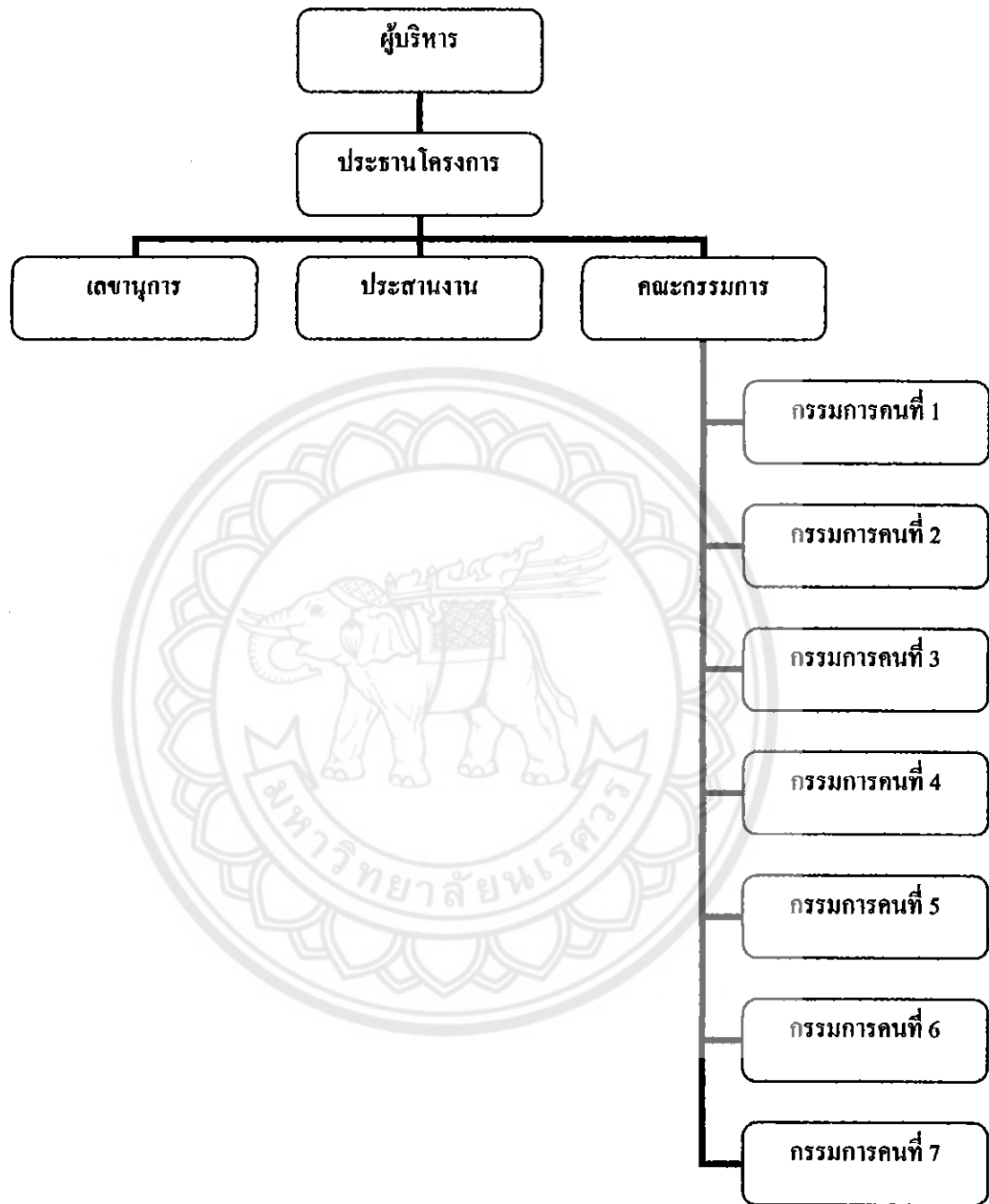
4.3.1.3 จัดให้มีการประชุมทบทวนเรื่องการจัดการพลังงานเป็นประจำ อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง

4.3.1.4 กิจกรรมการจัดการพลังงานในโรงงานจะเน้นให้ทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อให้พนักงานทุกคนได้เสนอแนวคิด และร่วมปฏิบัติการให้เป็นไปตามเป้าหมายร่วมกัน

4.3.2 คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานของโรงงาน

การจัดทำโครงการ การจัดการพลังงานมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีผู้ดูแล รับผิดชอบอย่างจริงจัง เพื่อให้โครงการมีการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องและจะประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายจึงต้องมีการจัดตั้งคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานขึ้นเพื่อติดตามการปฏิบัติงานของพนักงาน และดูแลการจัดการให้เป็นไปตามระบบของโครงการ ดังรูปที่ 4.7

คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงาน โรงงานผลิตปลาต้ม



รูปที่ 4.7 ผังโครงสร้างคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานของโรงงาน





4.4 การจัดทำบัญชีเครื่องจักร Energy Chart , Energy Layout และ Energy Equation

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้พลังงานไฟฟ้า แก๊สและน้ำมันเชื้อเพลิงนำมาจัดทำตารางดังนี้

4.4.1 บัญชีเครื่องจักร

การจัดทำบัญชีเครื่องจักรเพื่อให้ทราบว่าภายในโรงงานมีเครื่องจักรกี่ชนิด จำนวนกี่เครื่อง และมีขนาดเท่าไร เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลการตรวจวัดและการซ่อมบำรุงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 บัญชีอุปกรณ์และเครื่องจักรในสายการผลิตหลัก

ชนิดเครื่องจักร/ อุปกรณ์	รูปเครื่องจักร/อุปกรณ์	รหัส	จำนวน	ขนาด	หน่วย
ตู้แช่เย็น		F01	2	10	ตัน
ถังแก๊ส		F02	4	48	กิโลกรัม
เครื่องบดน้ำแข็ง		F03	1	5	HP
เครื่องขูด เกล็ดปลา		F04	1	0.5	HP

ตารางที่ 4.9 (ต่อ) บัญชีอุปกรณ์และเครื่องจักรในสายการผลิตหลัก

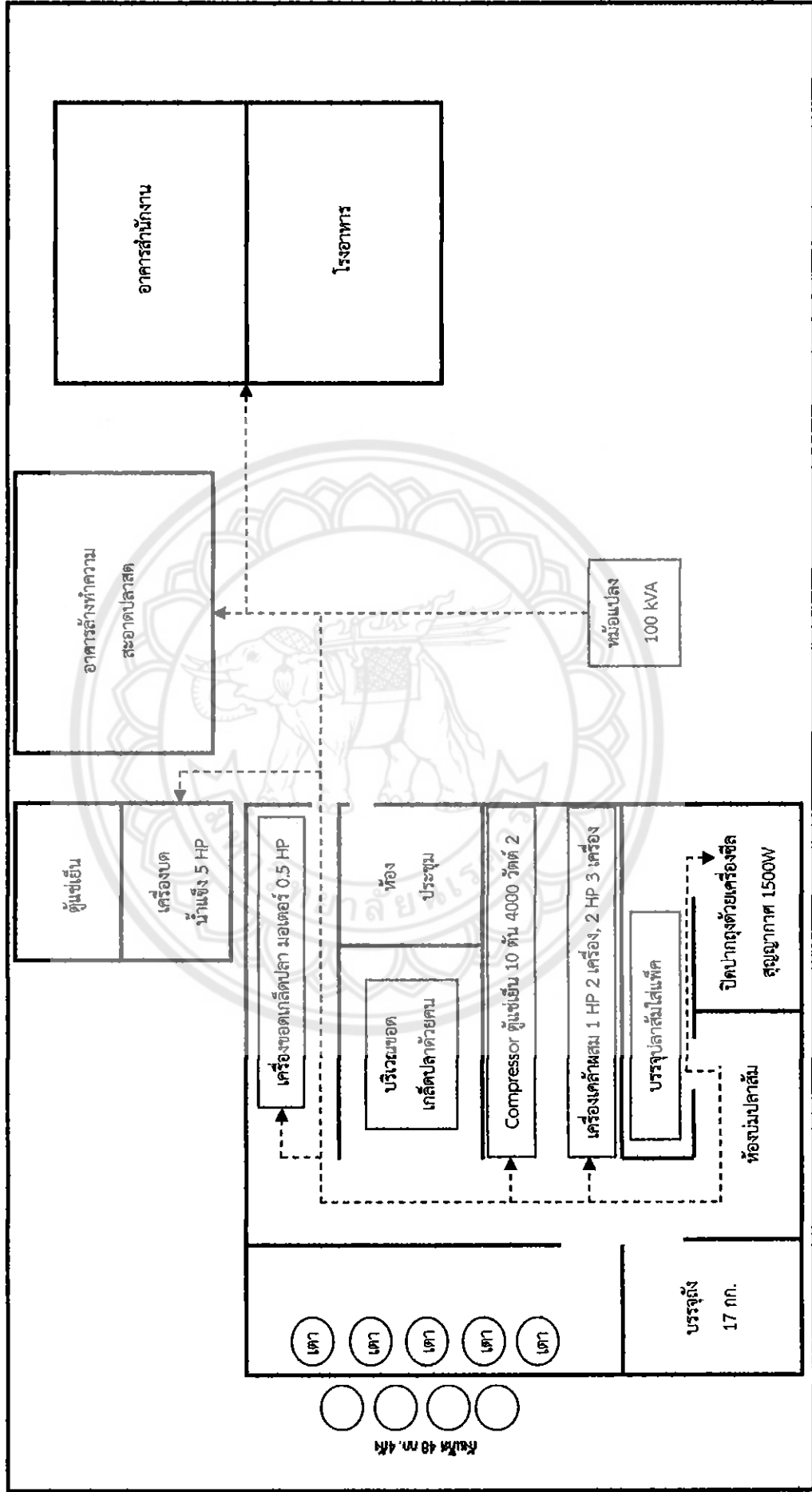
ชนิดเครื่องจักร/ อุปกรณ์	รูปเครื่องจักร/อุปกรณ์	รหัส	จำนวน	ขนาด	หน่วย
เครื่องเคล้าผสม		F05	2	1	HP
			3	2	HP
เตาแก๊ส		F06	4	-	-

(บัญชีเครื่องจักรอื่น ๆ มีต่อในภาคผนวก ก)

4.4.2 Energy Layout

การจัดทำ Energy Layout เพื่อวิเคราะห์ ลักษณะรูปแบบ การส่งถ่ายพลังงานไฟฟ้า กระบวนการผลิต ดังรูปที่ 4.8 ในหน้าถัดไป

Energy Layout การส่งถ่ายพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต



รูปที่ 4.8 Energy Layout การส่งถ่ายพลังงานไฟฟ้าโรงงานผลิตพลาสติก

4.4.3 Energy Chart

การจัดทำ Energy Chart เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานในทุกกระบวนการ ตั้งแต่เริ่มรับวัตถุดิบผ่านเข้าสู่กระบวนการ ดำเนินการแปรรูปและส่งต่อไปยังกระบวนการต่อไป จนเสร็จเป็นสินค้าสำเร็จรูป และการจัดส่ง ซึ่งข้อมูลในตารางประกอบด้วย

4.4.3.1 Process บันทึกข้อมูล ชื่อขั้นตอนกระบวนการตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบ จนถึงผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูป และจัดส่ง

4.4.3.2 Original Energy Potential บันทึกแหล่งพลังงาน ขนาดของเครื่องกำเนิดและศักยภาพพลังงานที่แหล่งกำเนิดพลังงาน ผลิตให้แก่กระบวนการ เช่น กระบวนการใช้พลังงานไฟฟ้า ที่มีหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงาน บอกขนาดหม้อแปลงและวัตต์ช่วงค่าแรงดันหม้อแปลงจริง เช่น 250 kVA ค่าแรงดันไฟฟ้าหลังหม้อแปลง 380V เป็น Original Energy Potential เป็นข้อมูลที่สำคัญ ที่ต้องจัดทำเพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์

4.4.3.3 Process Input Energy Potential บันทึกระดับศักยภาพพลังงานที่ป้อนให้แก่กระบวนการ หรือควบคุมค่าที่กระบวนการต้องการ เช่น กระบวนการขุดเกล็ดปลาด้วยเครื่องขุดเกล็ดปลา ใช้พลังงานไฟฟ้า มีระดับแรงดันไฟฟ้าหน้าเครื่องจักร 380 V

4.4.3.4 Energy Utilization บันทึกข้อมูลพลังงานที่ป้อนเข้ากระบวนการ แต่ละประเภทของพลังงาน ได้นำไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง และมีการนำไปควบคุมตัวแปรกระบวนการอะไร ที่ค่าเท่าไร เช่น กระบวนการขุดเกล็ดปลาด้วยเครื่องขุดเกล็ดปลา ใช้พลังงานไฟฟ้า ขั้วมอเตอร์ 0.5 HP ขับเคลื่อนเครื่องขุดเกล็ดปลา

4.4.3.5 Process Residual Energy บันทึกข้อมูลระดับศักยภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ

4.4.3.6 Machine and Product Residual Energy Potential บันทึกข้อมูลระดับอุณหภูมิเครื่องจักร หรือชิ้นงานที่ออกจากกระบวนการ เช่น กระบวนการขุดเกล็ดปลา อุณหภูมิมอเตอร์ 40 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 Energy Chart กระบวนการผลิตปลาสาม

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1. ล้างและคัดแยกขนาดปลาสด	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 100 kVA	แรงดันไฟฟ้า 380 Volt	ใช้พลังงานไฟฟ้าปั๊มมอเตอร์ 2 HP บีบน้ำล้างปลาให้สะอาด	-	อุณหภูมิมอเตอร์ 41 องศาเซลเซียส
2. ขอดเกล็ดปลาด้วยเครื่องขูดเกล็ดปลาและทำด้วยคนซ้ำอีกครั้ง	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 100 kVA	แรงดันไฟฟ้า 380 Volt	ใช้พลังงานไฟฟ้าปั๊มมอเตอร์ 1/3 HP ขับเคลื่อนเครื่องขูดเกล็ดปลา	-	อุณหภูมิมอเตอร์ 40 องศาเซลเซียส
3. ขำและ ตัดคีบ ตัดหางปลา	พลังงานศักย์จากอาหาร	แรงงานคน	ใช้แรงงานคนขำและปลา	-	-
4. คลุกเคล้าผสม น้ำหนัก 30 กก. ประมาณ 10 นาที	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 100 kVA	แรงดันไฟฟ้า 380 Volt	ใช้ไฟฟ้ามอเตอร์ ขนาด 2 HP ขับเคลื่อนเครื่องคลุกเคล้าปลาและ ส่วนผสมเครื่องเทศให้เข้ากัน	-	อุณหภูมิมอเตอร์ 42 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.10 (ต่อ) Energy Chart กระบวนการผลิตปลาต้ม

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
5. เก็บปลาที่คลุกเคล้าแล้วไว้ในตู้แช่เย็นเป็นเวลา 1 วัน	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 100 kVA	ใช้ไฟฟ้า 220 Volt อุณหภูมิ -7	ใช้ห้องเย็นขนาดคอมเพรสเซอร์ 4,000 W 2 ชุด	ความร้อนที่ระบายออกสู่ในห้อง อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส	อุณหภูมิคอมเพรสเซอร์ 50 องศาเซลเซียส
6. บรรจุปลาและส่วนผสมลงถึงสีขาว 17 กก. และบ่มไว้ 1 วัน	พลังงานศักย์จากอาหาร	แรงงานคน	ใช้แรงงานคนบรรจุปลาต้มลงถัง ขนาด 17 กก.	-	-
7. แพ็คดูย่อย ถุงละ 200 กรัม	พลังงานศักย์จากอาหาร	แรงงานคน	ใช้แรงงานคนบรรจุปลาต้มลงในถุง ขนาด 200 กรัม	-	-
8. ปิดปากถุงด้วยเครื่องสุญญากาศ	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 100 kVA	ใช้ไฟฟ้า 220 Volt	ใช้เครื่องปิดปากถุงสุญญากาศ	-	-

4.4.4 สมการพลังงาน (Energy Equation)

4.4.4.1 พลังงานไฟฟ้าสามารถสร้าง Linear Regression จากข้อมูลการใช้พลังงานและอัตราการผลิตของโรงงานก่อนการดำเนินโครงการ (มกราคม – ธันวาคม 2552) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติซึ่งได้สมการดังนี้

$$\text{หน่วยไฟฟ้า (หน่วย)} = 5,060.76 + 27.436 \text{ ผลผลิตรวม (ตัน)} \quad (4.1)$$

สมการพลังงานจะแสดงถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงงานขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตปลาสร้อยที่ผลิตได้ โดยสามารถสร้าง Linear Regression จากข้อมูลการใช้พลังงาน และอัตราการผลิตของโรงงานโดยพบว่าสมการถดถอยสำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ค่าจากสมการพลังงานไฟฟ้าได้ ค่า R-Sq = 1.7% และ P value = 0.0433 แสดงว่าสมการมีความเชื่อถือเพราะค่า P value มีค่าน้อยกว่า 0.05 ถือว่ายอมรับได้ สามารถใช้สมการนี้ทำนายการใช้พลังงานในการผลิตได้ดี เมื่อได้สมการที่ 4.1 แล้วก็เก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าและอัตราการผลิตระหว่างดำเนินโครงการ (มกราคม – ธันวาคม 2553) โดยนำอัตราการผลิตระหว่างดำเนินโครงการมาแทนค่าลงในสมการที่ 4.1 เพื่อหาแนวโน้มในการใช้พลังงานไฟฟ้าของปี 2553 ต่อไป

4.4.4.2 แก๊สหุงต้มสามารถสร้าง Linear Regression จากข้อมูลการใช้แก๊สหุงต้มและอัตราการผลิตของโรงงานก่อนการดำเนินโครงการ (มกราคม – ธันวาคม 2552) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติซึ่งได้สมการดังนี้

$$\text{แก๊สหุงต้ม (กก.)} = -198.494 + 17.339 \text{ ผลผลิตรวม (ตัน)} \quad (4.2)$$

สมการพลังงานจะแสดงให้เห็นถึงการใช้แก๊สหุงต้มภายในโรงงานขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตโดยสามารถสร้าง Linear Regression จากข้อมูลการใช้แก๊สหุงต้มและอัตราการผลิตของโรงงานโดยพบว่าสมการถดถอยสำหรับการใช้น้ำมันดีเซลได้ค่า R-Sq = 28% และ P value = 0.052 เพราะค่า P value มีค่าเท่ากับ 0.05 ถือว่ายอมรับได้ แสดงสมการมีความเชื่อถือได้ สามารถใช้สมการนี้ทำนายการใช้ -พลังงานในการผลิตได้ดี เมื่อได้สมการที่ 4.2 แล้วก็เก็บข้อมูลการใช้แก๊สหุงต้มและอัตราการผลิตระหว่างดำเนินโครงการ (มกราคม – ธันวาคม 2553) โดยนำอัตราการผลิตระหว่างดำเนินโครงการมาแทนค่าลงในสมการที่ 4.2 เพื่อหาแนวโน้มในการใช้พลังงานแก๊สหุงต้มของปี 2553 ต่อไป

4.4.4.3 น้ำมันดีเซลสามารถสร้าง Linear Regression จากข้อมูลการใช้น้ำมันดีเซลและอัตราการผลิตของโรงงานก่อนการดำเนินโครงการ (มกราคม – ธันวาคม 2552) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติซึ่งได้สมการดังนี้

$$\text{น้ำมัน (ลิตร)} = 725.28 - 8.004 \text{ ผลผลิตรวม (ตัน)} \quad (4.3)$$

สมการพลังงานจะแสดงให้เห็นถึงการใช้ น้ำมันดีเซลภายในโรงงานขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตโดยสามารถสร้าง Linear Regression จากข้อมูลการใช้ น้ำมันดีเซลและอัตราการผลิตของโรงงาน โดยพบว่าสมการถดถอยสำหรับการใช้น้ำมันดีเซลได้ค่า R-Sq = 6.3% และ P value = 0.05 เพราะค่า P value มีค่าเท่ากับ 0.05 ถือว่ายอมรับได้ แสดงสมการมีความเชื่อถือได้ สามารถใช้สมการนี้ทำนายการใช้พลังงานในการผลิตได้ดี เมื่อได้สมการที่ 4.3 แล้วก็เก็บข้อมูลการใช้ น้ำมันดีเซลและอัตราการผลิตระหว่างดำเนินโครงการ (มกราคม – ธันวาคม 2553) โดยนำอัตราการผลิตระหว่างดำเนินโครงการมาแทนค่าลงในสมการที่ 4.3 เพื่อหาแนวโน้มในการใช้พลังงานน้ำมันของปี 2553 ต่อไป



4.4.5 วิเคราะห์ข้อมูลจาก Energy Layout, Energy Chart และ Energy Equation

หลังจากจัดทำ Energy Chart และเข้าสำรวจกระบวนการผลิตภายในโรงงานแล้ว สามารถวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของการใช้พลังงาน การจัดการพลังงานต่างๆ ดังนี้

4.4.5.1 ตู้แช่เย็น



รูปที่ 4.9 ลักษณะของตู้แช่เย็น

จากการที่ได้เข้าไปสำรวจการผลิตภายในโรงงานแล้ว พบว่าในขั้นตอนการแช่เย็น ผลิตภัณฑ์ ซึ่งตู้แช่เย็นมีขนาด 5 ตัน 2 ตัว ซึ่งใช้คอมเพรสเซอร์ 4,000 วัตต์ จำนวน 2 ชุด

ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 V มีการตั้งอุณหภูมิไว้ที่ -7 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อเทียบกับ ผลิตภัณฑ์ที่แช่ในตู้แช่เย็นแล้วมีปริมาณที่ไม่มากจึงเกิดพื้นที่ว่างเปล่า ทำให้การตั้งอุณหภูมิอยู่ที่ -7 องศาเซลเซียส ตั้งไว้สูงเกินเมื่อเทียบกับปริมาณผลิตภัณฑ์ภายในตู้แช่เย็น ซึ่งส่งผลทำให้สูญเสียพลังงาน โดยเปล่าประโยชน์ หากสามารถเพิ่มอุณหภูมิได้ จะทำให้การทำงานของคอมเพรสเซอร์ลดน้อยลงและสามารถประหยัดพลังงานได้

ปัญหาที่พบอีกกรณี คือ ผลิตภัณฑ์ที่แช่เย็นมีปริมาณความชื้นที่มากและมีน้ำ ภายในตู้แช่เย็น ทำให้ตู้แช่เย็นต้องทำงานหนักในการลดความชื้นของตัวผลิตภัณฑ์ จากการทำให้ น้ำ กลายเป็นไอ ซึ่งความร้อนของน้ำที่ระเหยกลายเป็นไอ จะเป็นภาระของเครื่องทำความเย็น แล้วจะ ส่งผลให้เครื่องคอมเพรสเซอร์ทำงานหนัก ดังนั้นหากสามารถลดปริมาณความชื้นของตัวผลิตภัณฑ์และ น้ำภายในตู้แช่ได้จะสามารถทำให้ภาระการทำงานของเครื่องทำความเย็นมีประสิทธิภาพและมีการ ทำงานลดลง จึงจะส่งผลให้สามารถประหยัดพลังงานได้ ดังนั้นจึงเป็นแนวทางในทางปฏิบัติในการ จัดการ

ปัญหาที่พบอีกกรณี การห่อหุ้มฉนวนของระบบส่งถ่ายความเย็น มีรูหรือเปื่อย ทำให้ ความร้อนจากภายนอกมากระทำต่อระบบได้ง่าย จึงทำให้ระบบทำความเย็นหรือคอมเพรสเซอร์ ทำงานหนักกว่าปกติดังนั้นจึงเป็นแนวทางในทางปฏิบัติในการจัดการ

จากพฤติกรรมการใช้ตู้แช่เย็นของพนักงานส่วนใหญ่จะเปิด/ปิด เพื่อเก็บวัตถุดิบจากการเคล้าผสม ทำให้การเปิด/ปิดเฉลี่ยต่อวันมีความถี่ 5 ครั้งต่อวัน จากการวิเคราะห์ทำให้ระบบสูญเสียความเย็นจากการเปิดปิดบ่อยครั้ง ทำให้คอมเพรสต้องขาดเสยความเย็นให้ระบบบ่อยครั้งจึงทำให้ สูญเสียพลังงานไฟฟ้าดังนั้นจึงเป็นแนวทางในทางปฏิบัติในการจัดการ

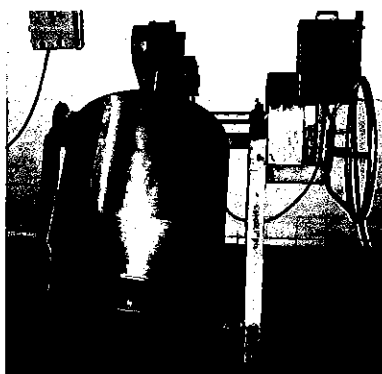
4.4.5.2 เครื่องขอดเกล็ดปลา



รูปที่ 4.10 เครื่องขอดเกล็ดปลา

จากการสำรวจกระบวนการผลิต ในขั้นตอนการขอดเกล็ดปลา ใช้กำลังมอเตอร์ในการขับเคลื่อนให้ตะแกรงหมุนโดยส่งผ่านกำลังด้วยสายพาน และมอเตอร์มีขนาด 0.5 HP จากการตรวจสอบลักษณะการทำงานของเครื่องขอดเกล็ดปลา พบว่าในขณะที่มอเตอร์ทำงานมีอุณหภูมิปกติคือ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าที่ไม่เกินมาตรฐานที่ 50 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนนี้จะใช้แรงงานคนในการขอดเกล็ดปลาอีกที เนื่องจาก เมื่อขอดเกล็ดปลาด้วยเครื่องแล้วจะขอดเกล็ดปลาออกไม่หมดจึงจำเป็นต้องใช้แรงงานคนขอดเกล็ดปลาออกให้หมดอีกที จากการวิเคราะห์แล้วเครื่องขอดเกล็ดปลายังไม่มีปัญหาในการใช้งาน หรือทำให้พลังงานสูญเสียในระบบ

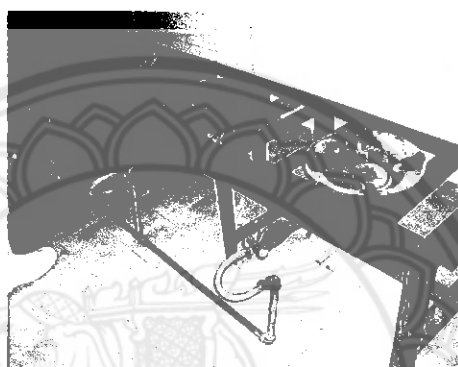
4.4.5.3 เครื่องคลุกเคล้าผสม



รูปที่ 4.11 เครื่องคลุกเคล้าผสม

จากการสำรวจในขั้นตอนคลุกเคล้าผสม มีจำนวน 5 เครื่อง มีลักษณะการทำงาน ขับเคลื่อนให้หมุนโดยการส่งกำลังจากมอเตอร์ ผ่านสายพาน ซึ่งมอเตอร์มีขนาด 1 HP 2 เครื่อง และ 2 HP 3 เครื่อง จากการตรวจสอบลักษณะการทำงานของเครื่องคลุกเคล้าผสม ในขณะที่มอเตอร์ทำงาน พบว่า มีอุณหภูมิ 42 องศาเซียส ซึ่งมีลักษณะการทำงานที่ปกติ ไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนนี้เป็นการนำวัตถุดิบเนื้อปลาที่ได้จากขั้นตอนการฆ่าและปลามาคลุกเคล้าผสมกับเครื่องเทศ ต่อเนื้อปลา 30 กิโลกรัม ใช้เวลาประมาณ 10 นาที ในการคลุกเคล้าผสม จากการวิเคราะห์การทำงานของเครื่องเคล้าผสมไม่พบปัญหาในการทำงาน หรือทำให้พลังงานสูญเสียในระบบ

4.4.5.4 เตาแก๊ส



รูปที่ 4.12 เตาแก๊ส

จากการสำรวจในขั้นตอนการใช้เตาแก๊ส พบว่า ใช้เตาแก๊สจำนวน 4 เตา ส่งแก๊สผ่านท่อเหล็กเส้น ซึ่งมีความยาวจากถังแก๊สถึงเตาแก๊ส ประมาณ 5 เมตร ลักษณะของเตาไม่มีฝาครอบ ด้านข้างทำให้ความร้อนที่เกิดการกระจาย และระยะของหัวเตาถึงก้นภาชนะที่ใช้ มีระยะห่างใกล้กับหัวเตามากเกินไปและมีสิ่งอุดตัน ทำให้ความร้อนของอุณหภูมิที่ได้ ไม่มีประสิทธิภาพพอ ในขั้นตอนนี้เป็นการใช้เตาแก๊ส นึ่งของเหนียว ซึ่งเป็นวัตถุดิบส่วนหนึ่งในการผลิตปลาต้ม ดังนั้นแนวทางปฏิบัติในการลดการใช้พลังงาน ในขั้นตอนการนึ่งข้าวเหนียว คือการออกมาตรการและระเบียบปฏิบัติ

4.4.5.5 ถังแก๊ส



รูปที่ 4.13 ถังแก๊ส

ในการสำรวจบริเวณพื้นที่ ในการวางถังแก๊ส พบว่า ใช้ถังแก๊สขนาด 48 กิโลกรัม ส่งผ่านท่อเหล็กไปยังหัวเตาแก๊สจำนวน 4 หัวเตา เมื่อใช้แก๊สใกล้หมดแล้วจะทำการนอนถังแก๊สเพื่อ ชับแรงดันปริมาณแก๊สให้ออกจากเตาแก๊สให้หมดซึ่งความเป็นจริงปริมาณแก๊สที่ใกล้หมดจะเหลือ 6-7 กิโลกรัม แล้วจะไม่มีแรงดันขับออกมา จึงกลายเป็นต้นทุนที่เสียเปล่า ทำให้มีมาตรการและระเบียบปฏิบัติ ทั้งในกรณีลงทุนและไม่ลงทุนเพื่อเป็นแนวทางให้กับโรงงานในการลดการใช้พลังงาน

4.4.6 แนวทางจัดการและการประหยัดพลังงาน

แนวทางการจัดการและการประหยัดพลังงานในโรงงาน แบ่งได้ตามระบบต่างๆ ดังนี้
ตู้แช่เย็น

- การลดและควบคุมความชื้นของวัตถุดิบ และน้ำที่ซังบนพื้นในตู้แช่เย็นก่อนนำเข้าสู่ โดย การฉีดและซับน้ำจากการใช้ผ้าหรือฟองน้ำทำความสะอาดบริเวณพื้นในตู้แช่เย็นซึ่งมีน้ำซังอยู่ ให้ลด น้อยลง หรือมีผาตรงก่อนนำวัตถุดิบไปวางเพื่อรองน้ำ หรือทำที่ระบายน้ำเพื่อไม่ให้น้ำซังอยู่ภายในที่ ส่งผลกระทบต่อระบบและทำให้สามารถทำความสะอาดได้ง่ายมากขึ้นจะสามารถเพื่อลดการทำงานของ คอมเพรสเซอร์ที่จะทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอ ซึ่งจะทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนัก

สำหรับแนวทางการควบคุมความชื้นโรงงานได้นำไปปฏิบัติใช้งานจริงโดยมีการลงทุนใน การใช้ฟองน้ำและผ้าสำหรับซับน้ำ บริเวณพื้นตู้แช่เย็นก่อนนำวัตถุดิบเข้าไปภายในตู้ และสามารถช่วย ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

- การปรับอุณหภูมิจาก -7 องศาเซลเซียส ให้เป็น -3 องศาเซลเซียส เนื่องจากวัตถุดิบที่ เก็บไว้ในตู้ไม่มีปริมาณที่มากและไม่หนาแน่น และที่อุณหภูมิ -3 องศาเซลเซียสยังทำให้วัตถุดิบคง รักษาสภาพเหมือนเดิม จึงเป็นแนวทางเพื่อลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่จะทำให้สูญเสียพลังงาน ไฟฟ้า

สำหรับแนวทางการเพิ่มอุณหภูมิตู้แช่เย็น โรงงานได้นำไปปฏิบัติจริงและไม่ได้มีการลงทุน เพียงแต่ปรับตั้งค่าอุณหภูมิที่หน้าตู้แช่เย็น ซึ่งสามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

- การจำกัดให้เปิด/ปิดประตูตู้แช่เย็นให้เป็นเวลาหรือสามารถจำกัดจำนวนครั้งในการเปิด ให้ลดน้อยลง จากพฤติกรรมที่ใช้งานของพนักงานจะเฉลี่ยการเปิด/ปิดตู้แช่เย็นอยู่ที่ 5 ครั้งต่อวัน ซึ่งใน การใช้แต่ละครั้งจะเป็นการจัดเก็บวัตถุดิบและเป็นการตรวจเช็คผลิตภัณฑ์ ถ้าหากสามารถลดจำนวน ครั้งในการเปิด/ปิด หรือกำหนดเวลาในเปิด/ปิดได้ หรือในการนำผลิตภัณฑ์ที่รอจำหน่ายและวัตถุดิบ เข้าเก็บเราสามารถสร้างรายการตรวจเช็คไว้หน้าประตูตู้แช่เย็นได้ โดยไม่ต้องเปิดประตูตู้แช่เย็นทำการ ตรวจเช็คป้องกันการสูญเสียความเย็นที่ถ่ายเทออกมาสู่ข้างนอกห้องเย็น และลดการสูญเสียความ เย็นภายในตู้แช่เย็นซึ่งจะทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานน้อยลง

สำหรับแนวทางการจำกัดการเปิด/ปิด ประตูตู้แช่เย็น ทางโรงงานยังไม่สามารถปฏิบัติได้ เพราะจำเป็นต้องมีการเปิด/ปิดบ่อยครั้ง จากการที่กำลังการผลิตของโรงงานไม่คงที่ จึงต้องมีการนำ วัตถุดิบเข้าออก บ่อยครั้ง และแนวทางนี้ไม่มีการลงทุน

- การท้อหุ้มฉนวนของระบบการส่งถ่ายพลังงานของระบบทำความเย็น เพื่อป้องกันความร้อนที่จะมากระทำต่อระบบทำความเย็นและป้องกันการสูญเสียความร้อนของระบบ ที่จะทำให้อคอมเพรสเซอร์ทำงานมากขึ้น เนื่องจากสภาพฉนวนของระบบมีสภาพที่เปื่อยและฉีกขาด ทำให้ความร้อนมากระทำต่อระบบทำความเย็นได้ง่าย ควรมีการตรวจสอบเพื่อไม่ให้เกิดสภาพดังกล่าว

สำหรับแนวทางการท้อหุ้มฉนวนระบบทำความเย็นทางโรงงานได้ปฏิบัติ ในการปรับเปลี่ยน สิ่งท้อหุ้มและให้พนักงานที่รับผิดชอบทำการตรวจสอบตามจุดต่างๆของระบบทำความเย็น

- การจัดเรียงวัตถุดิบ เพื่อให้ความเย็นไหลไปได้ทั่วถึงและไม่จัดเรียงวางปิดบังช่องระบายความเย็นในระบบ จะทำให้อคอมเพรสเซอร์ทำงานน้อยลงและกระจายความเย็นได้สะดวก

สำหรับแนวทางการจัดเรียงวัตถุดิบในตู้แช่เย็นทางโรงงานได้เลือกปฏิบัติตามและไม่ให้เกิดความแออัด ไม่ให้บังช่องระบายความเย็นในระบบ และแนวทางนี้ไม่มีการลงทุน

เตาแก๊ส

- การปรับระยะของหัวจ่ายเตาแก๊สกับภาชนะที่ใช้ให้ใกล้กัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายความร้อนสู่ภาชนะมากขึ้น จึงต้องมีการปรับหรือเสริมโครงสร้างฐานรองหัวเตาแก๊สให้มีระดับที่เหมาะสมเพื่อให้ภาชนะและหัวเตาแก๊สมีระยะห่างประมาณ 5 เซนติเมตรและแผนระเบียบปฏิบัติในการทำความสะอาดหัวเตาแก๊สเพื่อให้หัวจ่ายมีประสิทธิภาพมากขึ้นและเป็นการป้องกันสิ่งอุดตันที่จะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ลดน้อยลง

สำหรับแนวทางนี้โรงงานยังไม่ได้นำไปปฏิบัติเพราะเป็นแนวทางปฏิบัติที่ต้องมีการลงทุนทางโรงงานจึงต้องมีการพิจารณา ถึงความเหมาะสม

- การทำที่ครอบบริเวณรอบด้านข้างเตาแก๊สเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนที่จะถ่ายเทออกด้านข้าง ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ลดลงน้อยลงหรือทำให้จุดเดือดของการใช้งานใช้เวลานานมากขึ้น

สำหรับแนวทางนี้ทางโรงงานไม่ได้ปฏิบัติเพราะทางโรงงานคิดว่าบริเวณที่ได้ติดตั้งเตาแก๊สเป็นห้องปิด ซึ่งไม่ได้มีอากาศหรือลมพัด ที่จะทำให้เปลวไฟสูญเสียความร้อน

ถังแก๊ส

- การให้ความร้อนบริเวณถังแก๊สเพื่อเพิ่มแรงดันเมื่อแรงดันภายในถังแก๊สเริ่มหมด จากปกติแล้วถังแก๊สที่หมดแรงดันแล้วจะหลงเหลือแก๊สภายในถัง 6-7 กิโลกรัมซึ่งเป็นต้นทุนที่เสียเปล่าในการใช้พลังงานแก๊ส เราสามารถเพิ่มแรงดันโดยการให้ความร้อนบริเวณถังแก๊สจะสามารถทำให้ปริมาณแก๊สภายในถังเหลือน้อยที่สุด ประมาณ 1.5 กิโลกรัม ซึ่งไม่สามารถเอาออกได้ ดังนั้นวิธีนี้จึงเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงาน ที่ต้องลงทุน

สำหรับแนวทางการใช้ถังแก๊สให้หมดถังนี้ทางโรงงานยังไม่ได้ปฏิบัติตามแนวทางเพราะแนวทางนี้มีการลงทุน ดังนั้นโรงงานจึงต้องมีการพิจารณาถึงความเหมาะสมในการลงทุน

การลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

- การเริ่มทำงานก่อนหนึ่งชั่วโมงในการทำงานปกติแล้วจะเริ่มทำงานตั้งแต่ 08.00-17.00น. โดยจะให้เริ่มทำงานตั้งแต่ 07.00-16.00น. ซึ่งในช่วงเวลา 07.00-09.00น. เป็นช่วงที่มีอัตราการใช้ไฟฟ้าที่ถูก หรือเป็นช่วง Off Peak ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง

สำหรับแนวทางเริ่มทำงานก่อนหนึ่งชั่วโมง ทางโรงงานยังไม่ได้ปฏิบัติตามแนวทางเพราะโรงงานต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ เพื่อที่จะสามารถออกกฎให้พนักงานมาทำงานตั้งแต่ 07.00 น จึงต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ ถึงการเปลี่ยนพฤติกรรมและความสะดวกของพนักงานที่จะสามารถมาทำงานได้ด้วย

แนวทางการป้องกันการเสื่อมสภาพ

เครื่องขอตเกล็ดปลา

- การออกมาตรวจเช็คคุณภาพขณะทำงาน พบว่าการทำงานของเครื่องขอตเกล็ดปลายังมีการทำงานปกติ และอุณหภูมิขณะทำงานไม่เกินค่ามาตรฐาน ซึ่งมีอุณหภูมิขณะทำงานที่น่าพอใจ ดังนั้นเราจึงต้องหาแนวป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียพลังงานจากเครื่องขอตเกล็ดปลา จึงต้องออกมาตรวจเช็คคุณภาพขณะทำงาน จากปกติอุณหภูมิขณะทำงานจะมีค่าในช่วง 40-50 องศาเซลเซียส ถ้าหากพบว่าขณะทำงานมีค่าอุณหภูมิสูงเกิน 50 องศาเซลเซียส แสดงว่ามอเตอร์มีการทำงานหนักขึ้นหรือเกิดความผิดปกติของระบบการทำงานของเครื่องขอตเกล็ดปลาที่สร้างภาระโหลดให้กับมอเตอร์มากขึ้นจากเดิม และแนวทางปฏิบัติยังไปใช้กับเครื่องเคล้าผสมได้ด้วย

- การลดเวลาของการเดินเครื่องขอตเกล็ดปลา ควรจะมีการลดความเร็วให้มีความเหมาะสม เพื่อจะได้ลดเวลาของการเดินเครื่องขอตเกล็ดปลาให้สั้นลง ถ้าหากเกิดปัญหาตะแกรงไม่คมจะทำให้ใช้เวลาในการขอตเกล็ดด้วยเครื่องนานขึ้น และจะเป็นการเพิ่มภาระโหลดให้กับมอเตอร์อีกด้วย

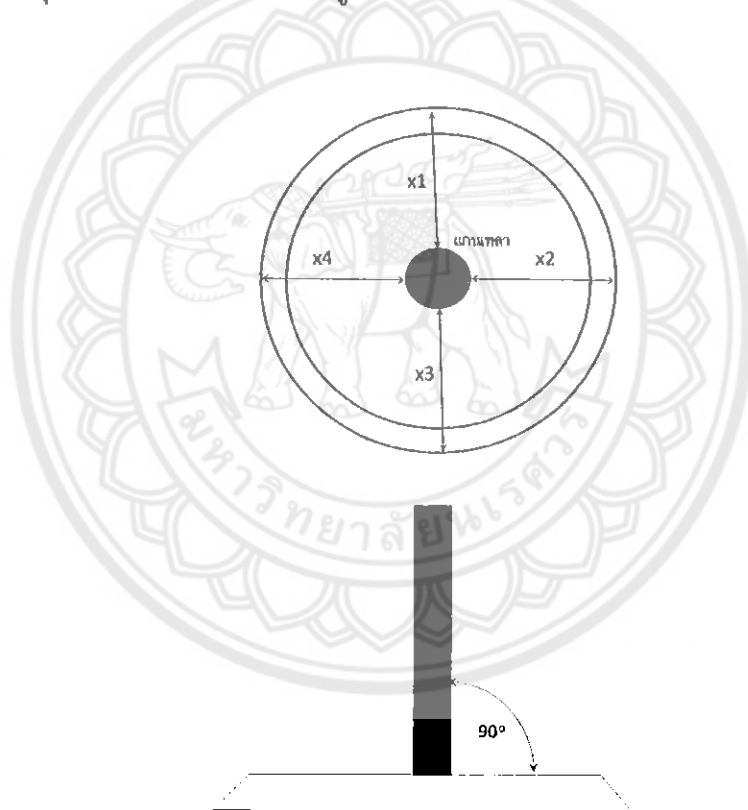
เครื่องเคล้าผสม

- การออกมาตรวจเช็คศูนย์กลางและมุมแกนเพลลา จากการสำรวจการทำงานเครื่องเคล้าผสมพบว่ามีการทำงานที่เป็นปกติ ดังนั้นเราจึงต้องหาแนวทางการป้องกันการสูญเสียพลังงาน ลักษณะการทำงานของเครื่องเคล้าผสมจะประกอบด้วยถังเคล้าผสมที่จะมีการเชื่อมต่อแกนจุดศูนย์กลางของเพลลา ดังนั้นถ้าหากถังเคล้าผสมไม่ได้ศูนย์หรือเอียงจากแกนเพลลาที่เชื่อมต่อจะทำให้เกิดภาระโหลดแก่มอเตอร์ได้ เราสามารถออกมาตรวจเช็คได้ว่าพื้นกันถังเคล้าผสมต้องตั้งฉากกับแกน 90 องศา และระยะห่างของจุดศูนย์แกนต้องมีระยะห่างจากขอบกันถังเคล้าผสมที่เท่ากัน จึงต้องทำการตรวจสอบบ่อยครั้งเพื่อเป็นการป้องกันการศูนย์เสีย

แนวโน้มของการเปลี่ยนของอุณหภูมิที่จะเกิดขึ้นที่จะส่งทำให้เกิดความผิดปกติ ถ้าหากเครื่องขุดเกล็ดมีการทำงานที่ผิดปกติมีค่ามากกว่าเส้น 50 องศาเซลเซียสหรือมีค่าต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียสจากเดิม อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส จากแผนภาพจะทำให้เราตรวจสอบได้ง่าย

4.4.6.2 มาตรการป้องกันสูญเสียพลังงานเครื่องเคล้าผสม

จากการสำรวจการทำงานเครื่องเคล้าผสมแล้วมีการทำงานที่ปกติ เพื่อเป็นการป้องกันการสูญเสียพลังงานจุดที่จะทำให้เครื่องเคล้าผสมสูญเสียพลังงานคือ ถังเคล้าผสม ถ้าหากถังเคล้าผสมเอียงจากแกนเพลลา หรือไม่ได้ศูนย์กลางที่เชื่อมต่อกับแกนเพลลา จะทำให้มีลักษณะการทำงานของถังเคล้าเหวี่ยงได้แล้วจะทำให้มอเตอร์มีภาระโหลดที่มากและไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น จึงต้องมีการตรวจสอบอย่างน้อยเดือนละครั้ง เพื่อป้องกันการสูญเสียพลังงาน ซึ่งสามารถวัดระยะศูนย์กลางแกนเพลลาและมุมแกนเพลลาได้จากตัวอย่างรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 ตัวอย่างระยะหาศูนย์กลางแกนเพลลาและหามุม

จากรูปที่ 4.15 เป็นการหาจุดศูนย์กลางจากขอบนอกของถังเคล้าผสม ค่าที่วัดได้ค่า X_1, X_2, X_3 และ X_4 ควรมีค่าเท่ากันทั้งหมด เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อนของแกนเพลลาหรือเกิดการยืดหยุ่นของรอยเชื่อมต่อ ที่จะส่งผลทำให้เกิดการเหวี่ยงของถังเคล้าผสม และการมุมเพื่อไม่ให้ถึงเกิดการเอียง ดังนั้นกั้นถังควรมีมุมตั้งฉากกับแกนเพลลารอบด้าน เพื่อป้องกันการเกิดลักษณะการหมุนแบบเหวี่ยงขณะเครื่องเคล้าผสมทำงาน ซึ่งจะส่งโดยตรงต่อการทำงานของมอเตอร์

4.4.6.3 มาตรการลดความชื้นภายในตู้แช่เย็น

ในตู้แช่เย็น ขนาด 5 ตัน ของโรงงานผลิตปลาสาม ซึ่งใช้คอมเพรสเซอร์ 4,000 วัตต์ จำนวน 2 ชุด ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 V กินกระแส 17.9 A จากการตรวจวัดอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ รุ่น HTC1 จำนวน 2 จุด ด้าน C1 วัดอุณหภูมิได้ -7.2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50 % ด้าน C2 วัดอุณหภูมิได้ -5.2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 45 % ซึ่งความชื้นยังมากอยู่ ปกติ ควรจะต่ำกว่า 35 % เกิดจากน้ำที่เกาะอยู่ตามผลิตภัณฑ์ก่อนนำเข้าห้องเย็น

ในการทำความเย็นนี้ หากมีน้ำอยู่ในห้องเย็น น้ำจะระเหยกลายเป็นไอ ซึ่งความร้อนของน้ำที่ระเหยกลายเป็นไอนี้จะเป็นภาระของเครื่องทำความเย็น ซึ่งส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ทำงานมากขึ้น เพื่อชดเชยความร้อนจากน้ำที่ระเหยออกมาเป็นไอน้ำ น้ำติดไปกับผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25°C เมื่อน้ำแห้งหมด จะต้องใช้พลังงานไปเพื่อการระเหย ซึ่งพลังงานเหล่านี้จะเป็นพลังงานที่เครื่องทำความเย็นต้องชดเชยให้



รูปที่ 4.16 ลักษณะตู้แช่เย็นขนาด 5 ตัน 2 ชุด



รูปที่ 4.17 ลักษณะการใช้งานตู้แช่เย็น

ผลการประหยัด

คำนวณการลงทุน คิดจากพื้นฐานน้ำปริมาณ 1 ลิตร

$$\begin{aligned}
 \text{น้ำมีค่าความร้อนที่อุณหภูมิ } 25 \text{ }^{\circ}\text{C} &= 104.83 \text{ kJ / kg} \\
 \text{ค่าความร้อนของน้ำที่อุณหภูมิ } 100 \text{ }^{\circ}\text{C} &= 419.17 \text{ kJ / kg} \\
 \text{ความร้อนที่ใช้เปลี่ยนไอน้ำที่ } 100 \text{ }^{\circ}\text{C} &= 2256.4 \text{ kJ/kg} \\
 \text{ค่าความร้อนของไอน้ำที่อุณหภูมิ } 100 \text{ }^{\circ}\text{C} &= 2675.6 \text{ kJ / kg} \\
 \text{รวมความร้อนจากน้ำกลายเป็นไอน้ำ} &= 314.434 + 2256.4 \text{ kJ/kg} \\
 &= 2,570.83 \text{ kJ / kg} \\
 &= 2.57 \text{ MJ / kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ 2 ชุด เฉลี่ยประมาณ} \\
 &= 4,000 \times 2 \text{ w} \\
 &= 8,000 \text{ w}
 \end{aligned}$$

การดึงความร้อนจากห้องเย็น ซึ่งมีประสิทธิภาพของเครื่องคอมเพรสเซอร์ ประมาณ 85 %

$$\begin{aligned}
 \text{ความร้อนที่คอมเพรสเซอร์ 2 ชุดทำงานช่วยกัน ดึงความร้อนออกได้ต่อหน่วย เวลา} \\
 &= 8,000 \times 0.85 \\
 &= 6,800 \text{ J/sec} \\
 &= 24.48 \text{ MJ/ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

ดังนั้นความร้อนจากน้ำ ทำให้คอมเพรสเซอร์ต้องทำงานเป็นเวลา	=	2.57 / 24.48
	=	0.105 ชั่วโมง
	=	6 นาที
เวลาการทำงานของตู้แช่เย็น	=	30 วัน ทำงานทุกวัน
	=	7 × 30 = 180 นาที ต่อเดือน
คิดเป็นพลังงานที่ลดได้ต่อวัน	=	(3,530 × (6/60)) / 1000 หน่วย
	=	0.35 หน่วย ต่อวัน
ใน 1 เดือน สามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้	=	0.35 × 30 = 10.59 หน่วยต่อเดือน/ลิตร
	=	10.59 × 12 = 127 หน่วยต่อปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยละ	=	3.43 บาท
ดังนั้นสามารถประหยัดได้	=	3.43 × 127 = 435.61 บาท/ปี
คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี	=	127 หน่วย × 3.6 MJ/หน่วย
	=	457.2 MJ / ปี

ประเมินผลการลงทุน

ซื้อไม้ตู้พื้นพองน้ำ หรือผ้าเช็ดพื้น	=	200 บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	เงินลงทุน / ค่าพลังงานที่ประหยัดได้
	=	200 / 436 ปี
	=	0.459 ปี
	=	165 วัน

4.4.6.4 มาตรการเพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นเพื่อลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์

ในตู้แช่เย็น ขนาด 10 ตัน ของโรงงานผลิตปลาต้ม ซึ่งใช้คอมเพรสเซอร์ 4,000 วัตต์ จำนวน 2 ชุด ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 V กินกระแส 17.9 A ทำงาน 2 เครื่องพร้อมกัน

จากการตรวจสอบการใช้ตู้แช่เย็นพบว่า มีการนำผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่รอการจำหน่าย และบางส่วนเป็นขบวนการในขั้นตอนการผลิตปลาต้ม ซึ่งการใช้งานทั้ง 2 ภารกิจ จะใช้อุณหภูมิของห้องเย็นเท่ากันตลอดเวลา คือตั้งอุณหภูมิไว้ที่ -7°C แต่เนื่องจากปริมาณผลิตภัณฑ์มีจำนวนไม่มาก การตั้งอุณหภูมิต่ำตลอดเวลาเป็นการสูญเสียค่าไฟฟ้ามากเกินไป ดังนั้นเมื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าห้องเย็นแล้วให้ตั้งอุณหภูมิที่ -7°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง การดึงความร้อนออกจากผลิตภัณฑ์ก็จะสมบูรณ์แล้ว อุณหภูมิในห้องเย็นก็จะนิ่งเสถียร หลังจากนั้นสามารถปรับอุณหภูมิจาก -7°C เหลือเพียง -3°C จะทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานน้อยลงประมาณ 5 - 7 % เป็นเวลาประมาณ 20 ชั่วโมงต่อวัน



รูปที่ 4.18 ตู้แช่เย็นในการเพิ่มอุณหภูมิ จาก -7°C เป็น -3°C



รูปที่ 4.19 การปรับอุณหภูมิตู้แช่เย็น -3°C

ผลการประหยัด

อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ 2 ชุด เฉลี่ยประมาณ

$$= 4,000 \text{ w} \times 2 \text{ ชุด}$$

$$= 8,000 \text{ w}$$

การดึงความร้อนจากห้องเย็น ซึ่งมีประสิทธิภาพของเครื่องคอมเพรสเซอร์ ประมาณ 75 %
ความร้อนที่คอมเพรสเซอร์ 2 ชุดทำงานช่วยกัน ดึงความร้อนออกได้ต่อหน่วยเวลา

$$\begin{aligned}
 &= 8,000 \times 0.75 \\
 &= 6,000 \text{ J/sec} \\
 &= 21.6 \text{ MJ/ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

จากการสังเกตการทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่อุณหภูมิ -7°C ในเวลา 1 ชั่วโมงต้องทำงานประมาณ 45 นาที หากตั้งอุณหภูมิเหลือ -3°C การทำงานเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์จะเหลือประมาณ 37 นาทีตั้งนั้น

ก่อนการแก้ไข

$$\begin{aligned}
 \text{คอมเพรสเซอร์จะกินไฟ} &= 45/60 \times 8000 / 1000 \text{ หน่วยต่อชั่วโมง} \\
 &= 6 \text{ หน่วย} \\
 \text{เวลาการทำงานของห้องเย็น} &= 24 \text{ ชั่วโมง} \\
 \text{ตั้งนั้นใน 1 วันจะเปลืองไฟประมาณ} &= 6 \times 24 \text{ หน่วย} \\
 &= 144 \text{ หน่วย ต่อวัน}
 \end{aligned}$$

หลังการแก้ไข

$$\begin{aligned}
 \text{ตั้งนั้น คอมเพรสเซอร์จะกินไฟเหลือ} &= 37/60 \times 6000/1000 \text{ หน่วยต่อชั่วโมง} \\
 &= 3.7 \text{ หน่วย} \\
 \text{เวลาการทำงานของห้องเย็น} &= 20 \text{ ชั่วโมง} \\
 \text{ตั้งนั้นใน 1 วันจะเปลืองไฟประมาณ} &= 3.7 \times 20 \text{ หน่วย} \\
 &= 74 \text{ หน่วย ต่อวัน}
 \end{aligned}$$

ใน 1 เดือน ทำงานทำงานเฉลี่ย 28 วัน คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่เสียลดได้

$$\begin{aligned}
 &= 114 - 74 = 40 \text{ หน่วยต่อวัน} \\
 &= 40 \times 28 = 1,120 \text{ หน่วยต่อเดือน} \\
 \text{หรือคิดเป็นปี} &= 1,120 \times 12 \\
 &= 13,440 \text{ หน่วยต่อปี}
 \end{aligned}$$

ตั้งนั้นหากมีการควบคุมการตั้งอุณหภูมิ เป็น -3°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมงต่อวัน จะสามารถลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ได้คิดเป็นพลังงานที่ลดได้

$$\begin{aligned}
 &= 13,440 \text{ หน่วยต่อปี} \\
 \text{ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยละ} &= 3.43 \text{ บาท} \\
 \text{ตั้งนั้นสามารถประหยัดได้} &= 3.43 \times 13,440 = 46,099 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี} &= 13,440 \text{ หน่วย} \times 3.6 \text{ MJ/หน่วย} \\
 &= 48,384 \text{ MJ / ปี}
 \end{aligned}$$

ประเมินผลการลงทุน

ไม่ต้องลงทุนเพิ่มเติม แต่เพิ่มวิธีการปฏิบัติ โดยหลังจากการนำผลิตภัณฑ์เข้าแช่ในตู้แช่เย็นแล้ว 3 ชั่วโมง ให้ปรับอุณหภูมิห้องเย็นจาก -7°C มาเป็น -3°C

4.4.6.5 มาตรการจำกัดการเปิด/ปิด ตู้แช่เย็น

จากพฤติกรรมการใช้ตู้แช่เย็นแล้วทำให้สามารถรู้ว่ามี การเปิด/ปิดจำนวนครั้งที่ มากเกินไป จึงทำให้ระบบทำความเย็นของคอมเพรสเซอร์ทำงานหนัก จากการเปิด/ปิดบ่อยครั้งที่ ส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียความเย็น ภายในตู้แช่เย็นที่ถ่ายเทสู่ออกมายังบรรยากาศข้างนอกตู้แล้วทำให้ ได้รับความร้อนกลับไปแทนที่ จึงทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนัก แล้วยังส่งผลต่อการใช้พลังงาน ไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง

จากการเก็บข้อมูลพบว่าตู้เย็นขนาด 10 ตันใช้คอมเพรสเซอร์ 2 ชุดขนาด 4000 w มีการตั้งค่าอุณหภูมิอยู่ที่ -7°C ในการทำงานปกติ 1 ชั่วโมง คอมเพรสเซอร์ทำงาน 45 นาที การใช้งานของพนักงานกับตู้แช่เย็นโดยเฉลี่ยแล้วมีการเปิด/ปิดตู้แช่เย็น 5 ครั้งต่อวัน ถ้าสามารถลด จำนวนครั้งในการเปิด/ปิด ตู้แช่เย็น ให้เหลือ 3 ครั้งต่อวัน จากการสังเกตพบว่า คอมเพรสเซอร์จะ ทำงานลดลงเหลือทำงานประมาณ 38 นาที

คำนวณ

การทำงานปกติ

คอมเพรสเซอร์จะกินไฟ	$45/60 \times 8000/1000$ หน่วยต่อชั่วโมง	=	6	หน่วย
เวลาทำงานของคอมเพรสเซอร์		=	24	ชั่วโมง
ดังนั้นใน 1 วัน จะใช้ไฟฟ้าประมาณ		=	6×24	หน่วย
		=	144	หน่วยต่อวัน

การลดจำนวนการเปิด/ปิด คอมเพรสเซอร์ทำงาน 38 นาที

คอมเพรสเซอร์จะกินไฟ	$38/60 \times 8000/1000$ หน่วยต่อชั่วโมง	=	5.1	หน่วย
เวลาทำงานของคอมเพรสเซอร์		=	24	ชั่วโมง
ดังนั้นใน 1 วัน จะใช้ไฟฟ้าประมาณ		=	5.1×24	หน่วย
		=	123	หน่วยต่อวัน

ผลที่ประหยัดได้

ในหนึ่งวันสามารถประหยัดไฟฟ้า		=	$144 - 123$	หน่วยต่อวัน
		=	21	หน่วยต่อวัน

ในหนึ่งเดือนทำงาน 30 วัน จะใช้ไฟฟ้า	=	21×30 หน่วย
	=	630 หน่วยต่อเดือน
ในหนึ่งสามารถสามารถประหยัดไฟฟ้า	=	630 × 12 หน่วยต่อปี
	=	7,560 หน่วยต่อปี
หรือคิดค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยละ	=	3.43 บาท
ดังนั้นสามารถประหยัดได้	=	3.43 × 7,560 = 25,931 บาท/ปี
คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี	=	7,560 หน่วย × 3.6 MJ/หน่วย
	=	27,216 MJ / ปี

ประเมินผลการลงทุน

ไม่ต้องลงทุนเพิ่มเติม แต่เพิ่มวิธีการปฏิบัติ โดยจำกัดจำนวนครั้งในการเปิด/ปิด ตู้แช่เย็นให้เหลือ 3 ครั้งต่อวัน

4.4.6.6 มาตรการใช้ถังแก๊สให้หมดถัง

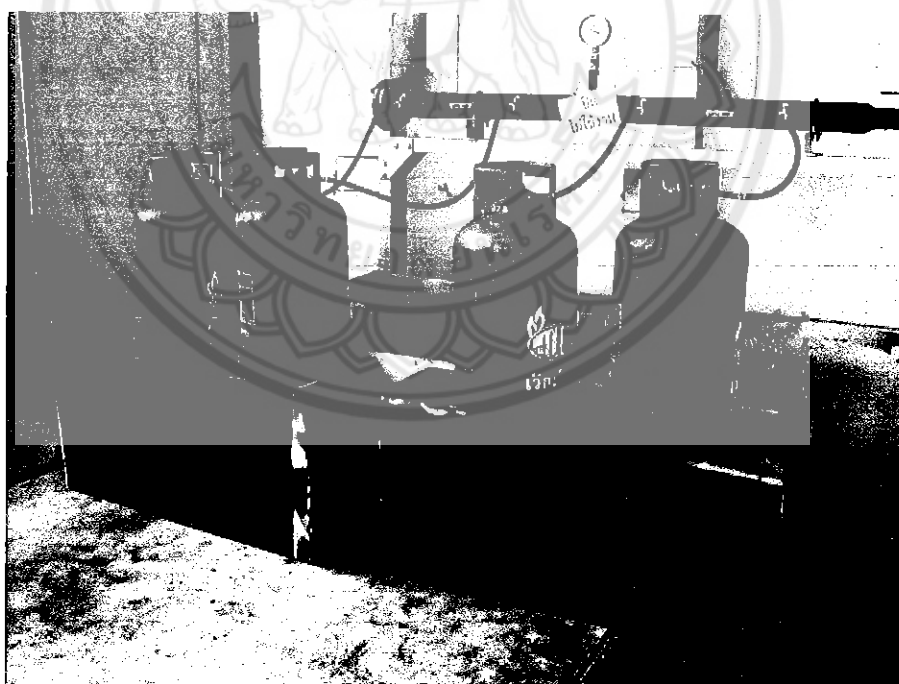
โรงงานใช้แก๊สหุงต้มเพื่อเป็นเชื้อเพลิงให้กับเตาต้มน้ำร้อนหนึ่งข้าวเหนียวซึ่งเป็นวัตถุดิบในการทำปลาสาม หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จำนวน 3 เตา โดยใช้ถังแก๊สขนาด 48 กิโลกรัม เป็นแหล่งเชื้อเพลิง เมื่อใช้แก๊สในถังไปจนหมดแล้ว ความดันแก๊สจะน้อยไม่สามารถนำมาใช้งานได้อีก จากการชั่งน้ำหนักถังแก๊สพบว่ายังมีแก๊สหลงเหลืออยู่ประมาณ 6-7 กิโลกรัม ซึ่งหากสามารถนำแก๊สที่อยู่ก้นถังมาใช้ได้จนเกือบหมดถัง ก็จะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานแก๊สหุงต้มและช่วยลดต้นทุนที่สูงเปล่าจากการทดลองพบว่าหากใช้น้ำร้อนหรือไอร้อน อุณหภูมิ ประมาณ 50 องศาเซลเซียส เป่าที่ก้นถัง จะสามารถไล่แก๊สออกมาจนเหลือในถังประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม เท่านั้น



รูปที่ 4.20 ถังแก๊สในโรงงานผลิตปลาสาม



รูปที่ 4.21 ลักษณะการนองดั่งแก๊สในโรงงานผลิตปลาสามเมื่อแรงดันใกล้หมด



รูปที่ 4.22 ตัวอย่างแนวทางการเพิ่มแรงดันแก๊สด้วยการให้ความร้อนที่ก้นถัง

คำนวณผลประหยัด

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ก่อนปรับปรุง

การใช้แก๊สหุงต้ม ต่อปี	=	4,640	กิโลกรัม/ปี
การใช้แก๊สหุงต้มเฉลี่ย ต่อเดือน	=	387	กิโลกรัม/เดือน
มีแก๊สเหลือก้นถัง	=	86 × 6	กิโลกรัม
	=	516	กิโลกรัม/ปี

หลังปรับปรุง

ทำภาชนะหุ้มก้นถังแก๊สแล้วนำน้ำอุ่นจากขบวนการผลิตมาเทให้สูงประมาณ 10 ซม.

ปริมาณแก๊สหุงต้มที่เหลือก้นถัง	=	1.5	กิโลกรัม/ถัง
ดังนั้น มีแก๊สก้นถัง	=	1.5 × 86	กิโลกรัม/ปี
	=	129	กิโลกรัม/ปี

ผลประหยัด

ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น	=	หลังปรับปรุง - ก่อนปรับปรุง	
	=	516 - 129	กิโลกรัม/ปี
	=	387	กิโลกรัม/ปี
ค่าพลังงานความร้อนของแก๊สหุงต้ม	=	46.1	MJ/kg
คิดเป็นค่าพลังงานความร้อนที่ประหยัดได้	=	387 × 46.1	MJ/ปี
	=	17,840.7	MJ/ปี

การคิดค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้

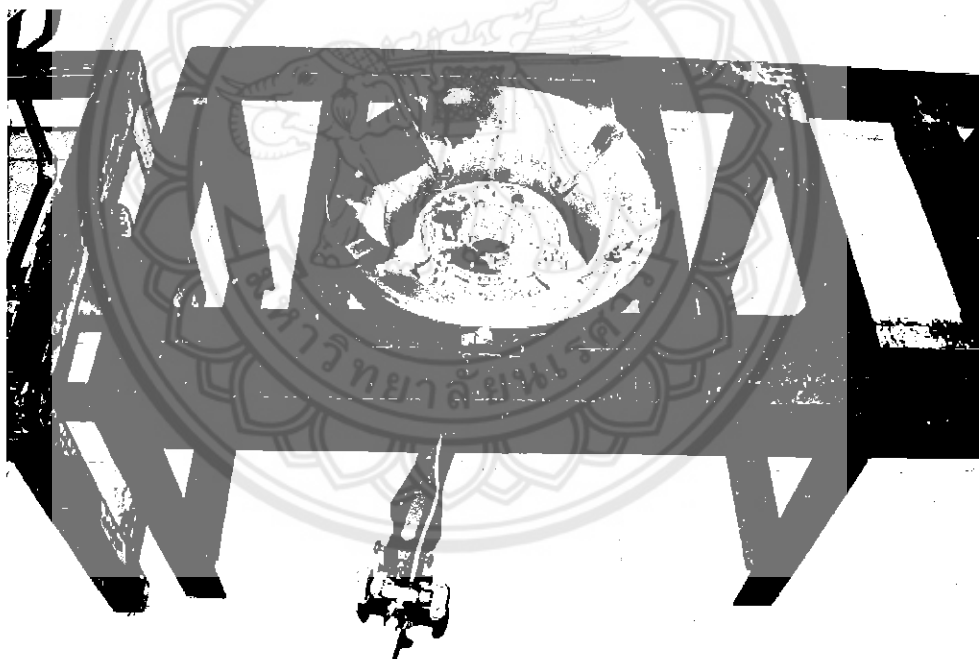
ค่าแก๊สหุงต้ม	=	19.12 บาท / kg
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	=	แก๊สหุงต้มที่ประหยัดได้ต่อปี × ราคา
	=	387 × 19.12
	=	7,400 บาท/ปี

ประเมินผลการลงทุน

ค่าลงทุนทำที่ครอบกันถังแก๊สคิดเป็นเงิน	=	3,000 บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	เงินลงทุน / พลังงานที่ประหยัดได้
	=	3,000 / 7,400 ปี
	=	0.405 ปี
หรือ	=	148 วัน

4.4.6.7 มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ในเตาแก๊สหุงต้ม

โรงงานมีเตาต้มน้ำเพื่อนึ่งข้าวเหนียว หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จำนวน 5 เตา แต่ละเตาใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง โดยมีหัวเตาแก๊สวางอยู่ทางด้านใต้ของกระทะของแต่ละเตา จากการตรวจสอบการเผาไหม้ของหัวเตา ซึ่งเตาชนิดนี้มีประสิทธิภาพอยู่ที่ 50 % สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ โดยการปรับระดับของหัวเตาให้สูงขึ้น ห่างจากผิวก้นกระทะประมาณ 5 ซม.



รูปที่ 4.23 เตาแก๊สที่ใช้นึ่งข้าวเหนียว



รูปที่ 4.24 ลักษณะการใช้งานเตาแก๊ส

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

ตรวจพบว่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการวางหัวเตาไว้ต่ำเกินไป ดังนั้นถ้าหากสามารถยกให้หัวเตาสูงขึ้นไปจนห่างจากกันกระหะประมาณ 5 ซม.

คำนวณ

ประสิทธิภาพการเผาไหม้

- จากการต้มน้ำ 1 ลิตร มีอุณหภูมิ 18°C มีระยะห่างจากหัวเตา 1 เซนติเมตร เมื่อต้มน้ำให้เดือด อุณหภูมิ 100°C ใช้เวลา 6.45 นาที
- เมื่อให้ระยะห่าง 5 เซนติเมตร จากหัวเตาโดยให้พอดีกับสเปคไฟที่มีอุณหภูมิสูงคือ ฟิวคราม และปริมาณน้ำ 1 ลิตร มีอุณหภูมิ 18°C เมื่อต้มน้ำให้เดือด อุณหภูมิ 100°C ใช้เวลา 6.10 นาที

จากการทดลองพบว่า ระยะห่างของหัวเตามีผลต่อประสิทธิภาพการเผาไหม้มีเวลาต่างกัน

$$= 6.45 - 6.10$$

$$= 0.35 \text{ วินาที}$$

ทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้

$$= (0.35 \times 100) / 6.45$$

$$= 5\%$$

คิดเป็นปริมาณแก๊สที่ประหยัดได้ = การใช้แก๊สต่อเดือน \times ประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่ดีขึ้น

$$= 387 \times 0.05$$

$$= 19.35 \text{ กิโลกรัม/เดือน}$$

คิดเป็นปริมาณแก๊สหุงต้มที่ประหยัดได้ต่อปี	=	19.35 x 12
	=	232.2 กิโลกรัม /ปี
ค่าพลังงานความร้อนของแก๊สหุงต้ม	=	46.1 MJ/kg
คิดเป็นค่าพลังงานความร้อนที่ประหยัดได้	=	232.2 x 46.1
	=	10,704.42 MJ/ปี

การคิดค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้

ราคาค่าแก๊สหุงต้ม	=	19.12 บาท / kg
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	=	แก๊สหุงต้มที่ประหยัดได้ต่อปี x ราคา
	=	232.2 x 19.12
	=	4,439.66 บาท/ปี

ประเมินผลการลงทุน

ค่าลงทุน 3 เตา คิดเป็นเงิน	=	1,500 บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	เงินลงทุน / พลังงานที่ประหยัดได้
	=	1,500 / 4,439.66 ปี
	=	0.337 ปี
หรือ	=	124 วัน

4.4.6.8 มาตรการเริ่มทำงานก่อนหนึ่งชั่วโมง

ในปกติแล้วในการทำงานของโรงงาน จะทำงานในช่วงเวลา 08.00-17.00น. ซึ่งเป็นช่วง On Peak มีอัตราคิดค่าไฟฟ้าอยู่ที่ 3.43 บาทต่อหน่วย

ในมาตรการนี้ต้องการให้พนักงานเริ่มทำงานก่อนเวลา On-Peak ตั้งแต่เวลา 07.00-16.00น. ซึ่งในช่วงเวลา 07.00-09.00น. เป็นช่วง Off-Peak มีอัตราคิดค่าไฟฟ้า 1.2246 บาทต่อหน่วย

ดังนั้น คำนวณหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าในหนึ่งชั่วโมงใช้ไฟฟ้ากี่หน่วยจากข้อมูลการเก็บดัชนีชี้วัดก่อนทำใน ปี 2552

เวลาในการทำงาน 1 วัน ทำงาน 8 ชั่วโมง

เวลาในการทำงาน 1 เดือน ทำงาน 28 วัน

เพราะฉะนั้น ในเวลาการทำงาน 1 เดือนทำงาน $28 \times 8 = 224$ ชั่วโมงต่อเดือน

ดังนั้น จะหาว่าแต่ละเดือน ใน 1 ชั่วโมงทำงานมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเท่าไร

หาได้จาก 1 ชั่วโมงทำงาน = ปริมาณการใช้ไฟฟ้า(หน่วย) / 224

ตารางที่ 4.11 การหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในหนึ่งชั่วโมงจากข้อมูลการใช้พลังงานปี 2552

เดือน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า(หน่วย)	1 ชั่วโมงทำงาน/หน่วย
มกราคม	3,903.34	17.43
กุมภาพันธ์	4,906.71	21.90
มีนาคม	6,168.95	27.54
เมษายน	5,770.55	25.76
พฤษภาคม	6,518.41	29.10
มิถุนายน	6,875.51	30.69
กรกฎาคม	6,498.82	29.01
สิงหาคม	6,452.92	28.81
กันยายน	5,477.71	24.45
ตุลาคม	6,156.76	27.49
พฤศจิกายน	6,286.50	28.06
ธันวาคม	6,823.80	30.46
รวม	71,839.98	320.71
เฉลี่ย	5,986.665	26.73

จากข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าปี 2552 จะได้ว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าใน 1 ชั่วโมงทำงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 26.73 หน่วยต่อชั่วโมง จากการเก็บข้อมูลมีค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานไฟฟ้า 267,180.26 บาทในปี 2552

ในช่วงเวลาทำงานก่อนหนึ่งชั่วโมงตั้งแต่(Off Peak)

07.00-09.00น. มีความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้า

$$26.73 \times 2 = 53.46 \text{ kWh}$$

หรือ 1 เดือน ทำงาน 28 วัน มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า = 53.46×28

$$= 1,496.88 \text{ kWh/เดือน(Off Peak)}$$

หรือ 1 ปี มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า = $1,496.88 \times 12 = 17,962.56 \text{ kWh/ปี}$

ในช่วงเวลาทำงานหลังช่วง Off Peak คือ เวลาตั้งแต่ 09.00-16.00น.

มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า $26.73 \times 6 = 160.38 \text{ kWh}$

หรือ 1 เดือน ทำงาน 28 วัน มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า = 160.38×28

$$= 4,490.64 \text{ kWh/เดือน(On Peak)}$$

หรือ 1 ปี มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า = $4,490.64 \times 12 = 53,888 \text{ kWh/ปี}$

การคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้าจากมาตรการเริ่มทำงานก่อนหนึ่งชั่วโมง

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า เป็นประเภท 3.2.2 กิจการขนาดกลาง (TOU)

รหัสแรงดันไฟฟ้า 12-24 kV

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak = 15 กิโลวัตต์

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak = 10 กิโลวัตต์

พลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak = 53,888 kWh/ปี

พลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak = 17,963 kWh/ปี

พลังงานไฟฟ้ารวม $53,888 + 17,963 = 71,851$ หน่วย/ปี

ความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ = 10 กิโลวาร์

การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ = 92.55 สตางค์/หน่วย

ค่าความต้องการไฟฟ้า = (ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า On Peak) \times (อัตราค่าพลังไฟฟ้า On Peak)
 $15 \times 132.93 = 1,993.95$ บาท

ค่าพลังงานไฟฟ้า = (จำนวนไฟฟ้า On Peak \times อัตราค่าไฟ On Peak) + (จำนวนไฟฟ้า Off Peak \times อัตราค่าไฟ Off Peak)
 $= (53,888 \times 2.6950) + (17,963 \times 1.914) = 166,628.75$

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ = KVar ที่เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของ kW

จำนวนกิโลวาร์ที่คิดเงิน = $10 - (15 \times 0.6197) = 1$ กิโลวาร์

จำนวนเงิน $1 \times 14.02 = 14.02$ บาท

ค่าบริการ = 228.17 บาท

รวมค่าไฟฟ้าฐาน = $1,993.95 + 166,628.75 + 14.02 + 228.17 = 168,864.89$ บาท

ค่าไฟฟ้าผันแปร = จำนวนพลังงานไฟฟ้า \times ค่า $F_c = 71,850.56 \times 0.9255 = 66,497.69$ บาท

ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% = (ค่าไฟฟ้าฐาน \times ค่า F_c) $\times 7/100 = (168,865 + 66,498) \times 7/100$
 $= 16,475.38$ บาท

รวมค่าไฟฟ้า = $168,864.89 + 66,498 + 16,475.38 = 251,837.96$ บาท

สรุป สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ $267,180.26 - 251,837.96 = 15,343.26$ บาท/ปี

สรุป

มาตรการและแนวทางที่ทางโรงงานได้ปฏิบัติตามได้แก่

- มาตรการลดความชื้นภายในตู้แช่เย็น
- มาตรการเพิ่มอุณหภูมิของตู้แช่เย็น

ในส่วนมาตรการอื่นๆต้องมีการลงทุนและไม่ลงทุน ทางโรงงานยังต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในทางปฏิบัติ จึงยังไม่ได้ปฏิบัติตามมาตรการทั้งหมด ซึ่งทางโรงงานจะเลือกปฏิบัติตามบางมาตรการ ที่สามารถปฏิบัติได้เบื้องต้น

ตารางที่ 4.12 สรุปการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนของมาตรการลดการใช้พลังงาน

มาตรการ/กิจกรรม	การ ลงทุน (บาท)	ผลที่คาดว่าจะประหยัดได้										ระยะเวลา คืนทุน (ปี)
		พลังงานไฟฟ้า			พลังงานความร้อน			รวม				
		kWh	MJ	ราคา (บาท)	หน่วย (กก.)	MJ	ราคา (บาท)	MJ	ราคา (บาท)	MJ	ราคา (บาท)	
1. ลดความชื้นภายในตู้แช่เย็น	200	127	457.2	436	-	-	-	-	457.2	436	436	0.459
2. เพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นเพื่อลด การทำงานของคอมเพรสเซอร์	-	13,440	48,348	46,099	-	-	-	-	48,348	46,099	46,099	-
3. การจำกัดการเปิด/ปิดตู้แช่ เย็น	-	7,560	27,216	25,931	-	-	-	-	27,216	25,931	25,931	-
4. ใช้แก๊สให้หมดถึง	3,000	-	-	-	387	17,840.7	7,400	17,840.7	7,400	7,400	7,400	0.4054
5. เพิ่มประสิทธิภาพการส่งผ่าน ความร้อนของเตาแก๊สหุงต้ม	1,500	-	-	-	232.2	10,704.42	4,440	10,704.42	10,704.42	4,440	4,440	0.337
6. เริ่มทำงานก่อนหนึ่งชั่วโมง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,343	-
รวม	4,700	21,127	76,021	72,466	619.2	28,545.12	11,840	104,566	104,566	99,649	99,649	-

4.5 นำมาตรการและระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงานไปบังคับใช้

4.5.1 มาตรการและระเบียบปฏิบัติ

ตัวอย่างระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงานที่ประกาศใช้ในโรงงานผลิตปลาต้ม คือการแจ้งให้พนักงานทุกคนทราบแล้วปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ เพื่อให้การประหยัดพลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างระเบียบปฏิบัติเครื่องชอคเคิลปลา

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1	ตั้งอุณหภูมิตู้แช่ใหญ่ให้คงที่อยู่ที่ - 3 องศา	คุณสมชาย
2	จัดระเบียบในการจัดวางของในตู้เย็นให้สะดวกในการกระจายความเย็น	พนักงานเคล้าผสมทุกคน
3	ผลิตภัณฑ์ที่นำไปแช่เย็นไม่ควรมีความชื้นมากๆ	พนักงานเคล้าผสมทุกคน
4	ตรวจสอบซีลยางประตูตู้แช่อย่างสม่ำเสมอ เดือนละ 1 ครั้ง	พนักงานเคล้าผสมทุกคน
5	เช็ด - ถ้างทำความสะอาดเดือนละ 1 ครั้ง	พนักงานเคล้าผสมทุกคน
6	ตรวจสอบเช็คความร้อนของมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์ขณะทำงานว่าเป็นปกติหรือไม่ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	คุณสมชาย
7	ตรวจสอบเช็คไฟรั่วสม่ำเสมอ เดือนละ 1 ครั้ง	คุณปราน
8	ทำความสะอาด Condensing Unit 6 เดือน/ครั้ง	คุณปราน

(ในระเบียบการเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นที่ใช้ในโรงงานสามารถดูในภาคผนวก ข)

4.5.2 การจัดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(Preventive Maintenance : PM)

การบำรุงรักษาประจำวัน และตามแผนเวลา ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบ, การทำความสะอาด, การหล่อลื่นและการขันให้แน่น โดยมุ่งเน้นจุดที่ส่งผลกระทบต่อระบบการทำงานและความบกพร่องที่จะส่งผลกระทบต่อการทำงาน หรือการผลิตที่หยุดชะงักได้ จึงต้องมีการดำเนินการก่อนที่จะเกิดปัญหา และการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรนั้นเป็นการป้องกันการเกิดความเสียหายหรือชำรุดของผลิตภัณฑ์และเครื่องจักรที่เกิดจากกระบวนการผลิต การบำรุงรักษาเชิงป้องกันต้องมีการตรวจเช็คสภาพและเปลี่ยนอะไหล่ตามช่วง คาบ เวลา อายุการใช้งานของอะไหล่ เพื่อปัญหาการผิดเคื่องของอะไหล่ที่หมดสภาพ ที่จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องจักร อันเป็นสาเหตุทำให้เกิดการใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจึงมีความสำคัญต่อการใช้งานเครื่องจักรและการประหยัดพลังงานและนำข้อมูลจากการตรวจสอบ และวิเคราะห์ความผิดปกติ ไปใช้ในการบำรุงรักษา หรือเปลี่ยนอะไหล่ และซ่อมแซม เพื่อให้เครื่องจักรและอุปกรณ์สามารถใช้งานได้ปกติ ดังรูปที่ 4.26 เป็นการออกแบบในระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงกัน ที่นำไปใช้ในโรงงานผลิตปลาต้ม

4.5.2.1 Flow diagram ใบบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร/อุปกรณ์



รูปที่ 4.25 Flow diagram ใบบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร/อุปกรณ์

4.6 เก็บข้อมูลหลังจากปฏิบัติตามมาตรการ และระเบียบปฏิบัติ

4.6.1 ข้อมูลด้านพลังงาน

เก็บรวบรวมข้อมูลใบเสร็จไฟฟ้า แก๊ส และน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงทำการศึกษา (มกราคม - ธันวาคม 2553) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้พลังงานในช่วงทำการศึกษา (มกราคม - ธันวาคม 2552) นำมาวิเคราะห์ว่ามีปริมาณการใช้พลังงานลดลงหรือมากขึ้นเพียงใด และเก็บรวบรวมปัญหาการปฏิบัติงานว่ามีปัญหาอะไรหรือไม่ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น ข้อมูลการใช้พลังงานแสดงดังตารางที่ 4.14 ในหน้าถัดไป



ตารางที่ 4.14 ข้อมูลการใช้พลังงานโรงงานผลิตปลาต้ม ในปี 2553

เดือน/ปี	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้แก๊ส				ปริมาณการใช้ไอน้ำ		
		ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	kWh/หน่วย	MJ/หน่วย	ปริมาณแก๊สที่ใช้ (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/หน่วย	MJ/หน่วย	ปริมาณน้ำมันที่ใช้ (ลิตร)	ลิตร/หน่วย	MJ/หน่วย	
มกราคม	28.23	5,547.31	196.50	707.41	336	11.90	548.69	280.31	9.93	361.63	
กุมภาพันธ์	33.4	5,854.08	175.27	630.98	384	11.50	530.01	219.24	6.56	239.06	
มีนาคม	36.14	6,230.12	172.39	620.60	432	11.95	551.06	345.4	9.56	348.08	
เมษายน	22.85	5,020.31	219.71	790.95	192	8.40	387.36	532.02	23.28	847.97	
พฤษภาคม	31.97	5,197.73	162.58	585.29	228	7.13	328.77	452.35	14.15	515.31	
มิถุนายน	32.41	5,324.85	164.30	591.47	432	13.33	614.48	364.11	11.23	409.16	
กรกฎาคม	28.42	5,326.45	187.42	674.71	228	8.02	369.84	437.15	15.38	560.20	
สิงหาคม	32.65	5,620.60	172.15	619.73	432	13.23	609.96	425.14	13.02	474.23	
กันยายน	33.24	5,706.29	171.67	618.01	384	11.55	532.56	365.89	11.01	400.89	
ตุลาคม	34.56	5,847.96	169.21	609.16	348	10.07	464.20	295.77	8.56	311.69	
พฤศจิกายน	40.83	6,581.22	161.19	580.27	480	11.76	541.95	683.44	16.74	609.62	
ธันวาคม	54.62	7,526.62	137.80	496.08	576	10.55	486.15	521.64	9.55	347.82	
รวม	409.32	69,783.54	2,090.18	7,524.66	4,452.00	129.39	5,965.04	4,922.46	148.98	5,425.68	
เฉลี่ย	34.11	5,815.30	174.18	627.05	371	10.78	497.09	410.21	12.41	452.14	

4.7 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทำดัชนีชี้วัดหลังปรับปรุง

จากการเก็บข้อมูลในช่วงทำการศึกษาโครงการ ในปี 2553 นำข้อมูลที่ได้มาจัดทำดัชนีชี้วัดหลังการปรับปรุง และการปฏิบัติตามมาตรการต่างๆที่ได้ออกไว้ เพื่อมาหาค่าการใช้พลังงานรวมในหน่วยพลังงานความร้อน ดังตารางที่ 4.15 ในหน้าถัดไป



ตารางที่ 4.15 สรุปผลดัชนีชี้วัดวงกรทที่โครงการ

เดือนปี	ผลผลิตต่อหน่วย	ปริมาณการใช้พลังงาน						ดัชนีการใช้พลังงาน						รวม
		ไฟฟ้า		แก๊ส		น้ำมันดีเซล		ไฟฟ้า		แก๊ส		น้ำมัน		
		kWh	MJ	กก.	MJ	ลิตร	MJ	kWh/หน่วย	MJ/หน่วย	kg/หน่วย	MJ/หน่วย	ลิตร/หน่วย	MJ/หน่วย	
มกราคม	28.23	5,547.31	19,970.32	336	15,490	280.31	10,209	196.50	707.41	11.90	548.69	9.93	361.63	1,617.74
กุมภาพันธ์	33.4	5,854.08	21,074.69	384	17,702	219.24	7,985	175.27	630.98	11.50	530.01	6.56	239.06	1,400.05
มีนาคม	36.14	6,230.12	22,428.43	432	19,915	345.4	12,579	172.39	620.60	11.95	551.06	9.56	348.08	1,519.73
เมษายน	22.85	5,020.31	18,073.12	192	8,851	532.02	19,376	219.71	790.95	8.40	387.36	23.28	847.97	2,026.28
พฤษภาคม	31.97	5,197.73	18,711.83	228	10,511	452.35	16,475	162.58	585.29	7.13	328.77	14.15	515.31	1,429.38
มิถุนายน	32.41	5,324.85	19,169.46	432	19,915	364.11	13,261	164.30	591.47	13.33	614.48	11.23	409.16	1,615.10
กรกฎาคม	28.42	5,326.45	19,175.22	228	10,511	437.15	15,921	187.42	674.71	8.02	369.84	15.38	560.20	1,604.75
สิงหาคม	32.65	5,620.60	20,234.16	432	19,915	425.14	15,484	172.15	619.73	13.23	609.96	13.02	474.23	1,703.92
กันยายน	33.24	5,706.29	20,542.64	384	17,702	365.89	13,326	171.67	618.01	11.55	532.56	11.01	400.89	1,551.47
ตุลาคม	34.56	5,847.96	21,052.66	348	16,043	295.77	10,772	169.21	609.16	10.07	464.20	8.56	311.69	1,385.05
พฤศจิกายน	40.83	6,581.22	23,692.39	480	22,128	683.44	24,891	161.19	580.27	11.76	541.95	16.74	609.62	1,731.85
ธันวาคม	54.62	7,526.62	27,095.83	576	26,554	521.64	18,998	137.80	496.08	10.55	486.15	9.55	347.82	1,330.05
รวม	409.32	69,783.54	251,220.74	4,452	205,237	4,922.46	179,275.99	2,090.18	7,524.66	129.39	5,965.04	148.98	5425.68	18,915.38
สูงสุด	54.62	7,526.62	27,095.83	576.00	26,553	683.44	24,890.88	219.71	790.95	13.33	614.48	23.28	847.97	2,026.28
ต่ำสุด	22.85	5,020.31	18,073.12	192.00	8851	219.24	7,984.72	137.80	496.08	7.13	328.77	6.56	239.06	1,330.05
เฉลี่ย/เดือน	34.11	5,815.30	20,935.06	371.00	17,103.10	410.21	14,939.67	174.18	627.05	10.78	497.09	12.41	452.14	1,576.28

หมายเหตุ : จากการศึกษาข้อมูลจากใบเสร็จค่าไฟฟ้า ใบเสร็จแก๊สและใบเสร็จน้ำมันแต่ละเดือนหลังการปฏิบัติการปฏิบัติตามมาตรการ

4.7.1 การพยากรณ์สมการพลังงาน

4.7.1.1 พลังงานไฟฟ้าสามารถสร้าง Linear Regression จากข้อมูลการใช้พลังงานและ อัตราการผลิตของโรงงานก่อนการดำเนินโครงการ (มกราคม – ธันวาคม 2552) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติซึ่งได้สมการดังนี้

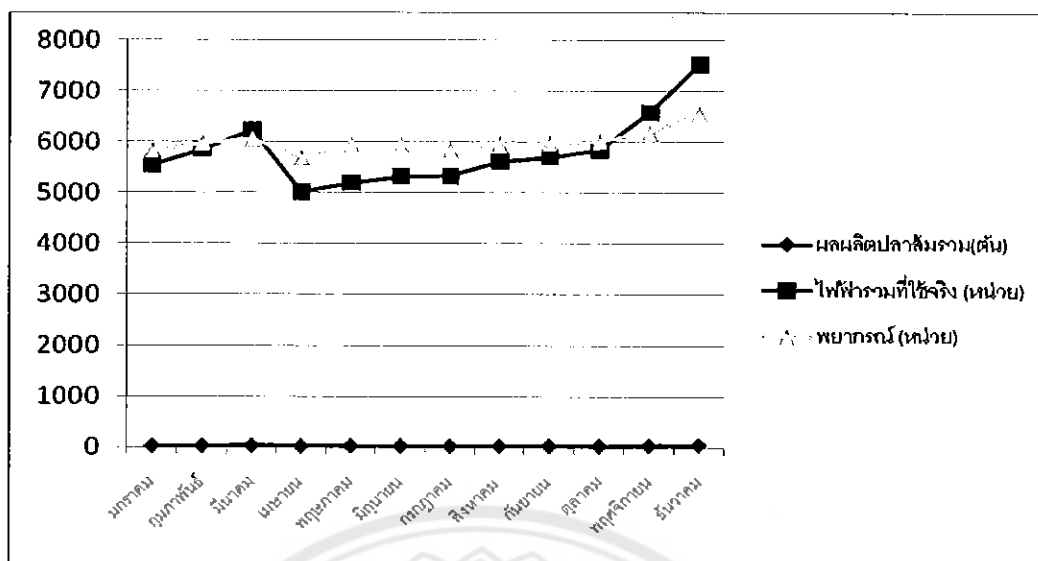
$$\text{หน่วยไฟฟ้า (หน่วย)} = 5,060.76 + 27.436 \text{ ผลผลิตรวม (ตัน)} \quad (4.1)$$

จากการแทนค่าอัตราผลผลิตของปี 2553 ลงในสมการ 4.1 แล้วได้ค่าพยากรณ์ แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี 2553 ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าความคลาดเคลื่อนของปี 2553

เดือน-ปี	ผลผลิตปลาต้ม รวม(ตัน)	ไฟฟ้ารวม (หน่วย)	พยากรณ์ (หน่วย)	Error	% Error
มกราคม	28.23	5,547.31	5835.28	287.97	4.93
กุมภาพันธ์	33.4	5,854.08	5977.12	123.04	2.06
มีนาคม	36.14	6,230.12	6052.30	177.82	2.94
เมษายน	22.85	5,020.31	5687.67	667.36	11.73
พฤษภาคม	31.97	5,197.73	5937.89	740.16	12.47
มิถุนายน	32.41	5,324.85	5949.96	625.11	10.51
กรกฎาคม	28.42	5,326.45	5840.49	514.04	8.80
สิงหาคม	32.65	5,620.60	5956.55	335.95	5.64
กันยายน	33.24	5,706.29	5972.73	266.44	4.46
ตุลาคม	34.56	5,847.96	6008.95	160.99	2.68
พฤศจิกายน	40.83	6,581.22	6180.97	400.25	6.48
ธันวาคม	54.62	7,526.62	6559.31	967.31	14.75
รวม	409.32	69,783.54	71959.22	5266.44	87.44
เฉลี่ย	34.11	5,815.30	5996.60	438.87	7.29

กราฟเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงกับการพยากรณ์ ปี 2553



รูปที่ 4.27 กราฟเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าจริงกับการพยากรณ์

จากตารางที่ 4.16 สามารถอธิบายได้ว่าการพยากรณ์ใช้ไฟฟ้า โดยการใช้พลังงาน พลังงานของปี 2552 แล้วแทนค่าตัวแปรสมการด้วยอัตราผลผลิตของปี 2553 เพื่อหาแนวโน้มของ การใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งจากค่าพยากรณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 7.29% ซึ่งถือว่ายอมรับได้แต่มี ค่าความคลาดเคลื่อนในบางเดือนที่มีปริมาณผลผลิตที่มาก จากกราฟจะเห็นได้ว่าเส้นการพยากรณ์จะ ใกล้เคียงกับเส้นการใช้ไฟฟ้าจริงและเส้นการใช้ไฟฟ้าจริงกับเส้นการพยากรณ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ อัตราการผลิตมากการใช้ไฟฟ้าก็มากขึ้นตามไปด้วย แต่เมื่อเทียบกับอัตราการใช้พลังงานต่อหน่วย แล้ว ปี 2553 มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยที่น้อยกว่า 2552

4.7.1.2 แก๊สหุงต้มสามารถสร้าง Linear Regression จากข้อมูลการใช้แก๊สหุงต้มและ อัตราการผลิตของโรงงานก่อนการดำเนินโครงการ (มกราคม - ธันวาคม 2552) โดยใช้โปรแกรม สำเร็จรูปทางสถิติซึ่งได้สมการดังนี้

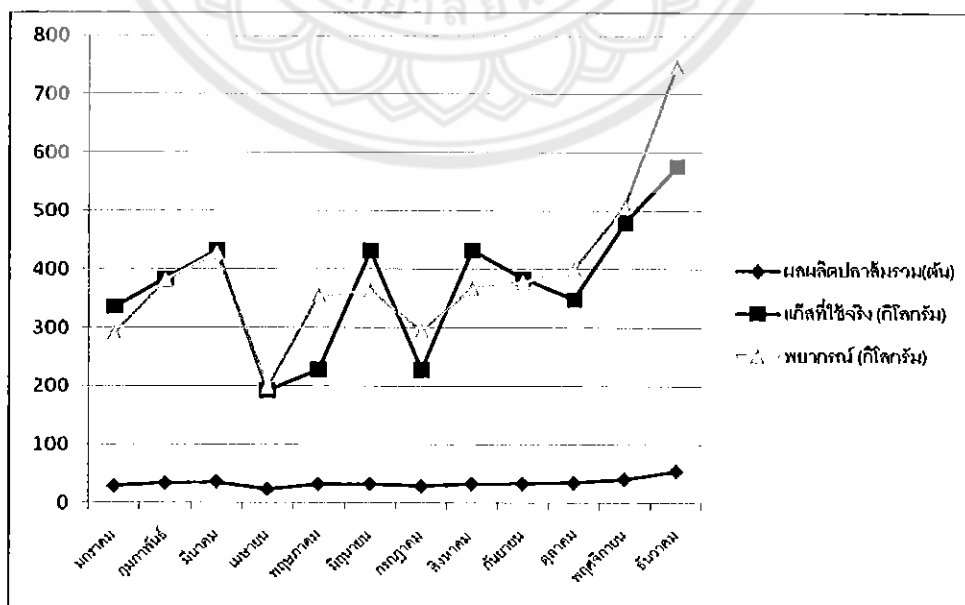
$$\text{แก๊สหุงต้ม (กก.)} = -198.494 + 17.339 \text{ ผลผลิตรวม (ตัน)} \quad (4.2)$$

จากการแทนค่าอัตราผลผลิตของปี 2553 ลงในสมการ 4.2 แล้วได้ค่าพยากรณ์ แนวโน้มการใช้พลังงานแก๊สในปี 2553 ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 การพยากรณ์การใช้พลังงานแก๊สและค่าความคลาดเคลื่อนของปี 2553

เดือน-ปี	ผลผลิตปลา สัมรวม(ตัน)	แก๊ส (กิโลกรัม)	พยากรณ์ (กิโลกรัม)	Error	% Error
มกราคม	28.23	336	290.99	45.01	15.47
กุมภาพันธ์	33.4	384	380.63	3.37	0.89
มีนาคม	36.14	432	428.14	3.86	0.90
เมษายน	22.85	192	197.70	5.70	2.88
พฤษภาคม	31.97	228	355.83	127.83	35.93
มิถุนายน	32.41	432	363.46	68.54	18.86
กรกฎาคม	28.42	228	294.28	66.28	22.52
สิงหาคม	32.65	432	367.62	64.38	17.51
กันยายน	33.24	384	377.85	6.15	1.63
ตุลาคม	34.56	348	400.74	52.74	13.16
พฤศจิกายน	40.83	480	509.46	29.46	5.78
ธันวาคม	54.62	576	748.56	172.56	23.05
รวม	409.32	4,452.00	4715.27	645.89	158.58
เฉลี่ย	34.11	371	392.94	53.82	13.22

กราฟเปรียบเทียบการใช้พลังงานแก๊สจริงกับการพยากรณ์ ปี 2553



รูปที่ 4.28 กราฟเปรียบเทียบการใช้แก๊สจริงกับการพยากรณ์

จากตารางที่ 4.17 สามารถอธิบายได้ว่าการพยากรณ์ใช้แก๊ส โดยการใช้พลังงานของปี 2552 แล้วแทนค่าตัวแปรสมการด้วยอัตราผลผลิตของปี 2553 เพื่อหาแนวโน้มของการใช้พลังงานแก๊ส ซึ่งจากค่าพยากรณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 13.22% ซึ่งถือว่าสมการมีความคลาดเคลื่อน จากกราฟจะเห็นได้ว่าเส้นการพยากรณ์มีแนวโน้มและทิศทางกับเส้นการใช้แก๊สจริง แสดงว่าสมการสามารถนำไปหาแนวโน้มการใช้พลังงานแก๊สเพื่อหาทิศทางและใช้วิเคราะห์ค่าพลังงานแก๊สได้

4.7.1.3 น้ำมันดีเซลสามารถสร้าง Linear Regression จากข้อมูลการใช้น้ำมันดีเซลและอัตราการผลิตของโรงงานก่อนการดำเนินโครงการ (มกราคม - ธันวาคม 2552) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติซึ่งได้สมการดังนี้

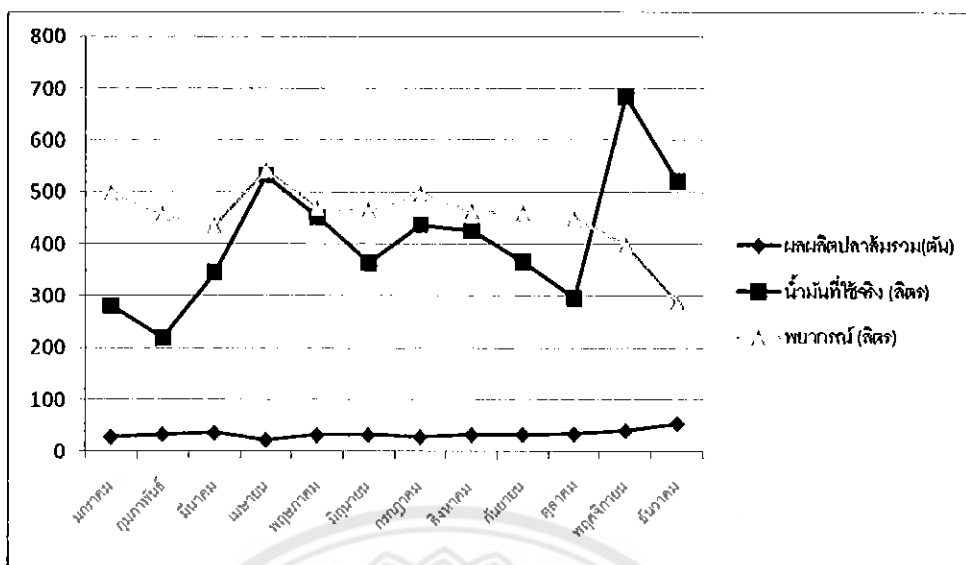
$$\text{น้ำมัน (ลิตร)} = 725.28 - 8.004 \text{ ผลผลิตรวม (ตัน)} \quad (4.3)$$

จากการแทนค่าอัตราผลผลิตของปี 2553 ลงในสมการ 4.3 แล้วได้ค่าพยากรณ์แนวโน้มการใช้พลังงานน้ำมันในปี 2553 ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 การพยากรณ์การใช้พลังงานน้ำมันและค่าความคลาดเคลื่อนของปี 2553

เดือน-ปี	ผลผลิตปลาต้มรวม(ตัน)	น้ำมัน (ลิตร)	พยากรณ์ (ลิตร)	Error	% Error
มกราคม	28.23	280.31	499.28	218.97	43.86
กุมภาพันธ์	33.4	219.24	457.90	238.66	52.12
มีนาคม	36.14	345.4	435.97	90.57	20.77
เมษายน	22.85	532.02	542.34	10.32	1.90
พฤษภาคม	31.97	452.35	469.34	16.99	3.62
มิถุนายน	32.41	364.11	465.82	101.71	21.83
กรกฎาคม	28.42	437.15	497.76	60.61	12.18
สิงหาคม	32.65	425.14	463.90	38.76	8.36
กันยายน	33.24	365.89	459.18	93.29	20.32
ตุลาคม	34.56	295.77	448.61	152.84	34.07
พฤศจิกายน	40.83	683.44	398.43	285.01	71.53
ธันวาคม	54.62	521.64	288.05	233.59	81.09
รวม	409.32	4,922.46	5426.56	1541.30	371.65
เฉลี่ย	34.11	410.21	452.21	128.44	30.97

กราฟเปรียบเทียบการใช้พลังงานน้ำมันจริงกับการพยากรณ์ ปี 2553



รูปที่ 4.29 กราฟเปรียบเทียบการใช้น้ำมันจริงกับการพยากรณ์

จากตารางที่ 4.18 สามารถอธิบายได้ว่าการพยากรณ์ใช้น้ำมัน โดยการใช้พลังงานของปี 2552 แล้วแทนค่าตัวแปรสมการด้วยอัตราผลผลิตของปี 2553 เพื่อหาแนวโน้มของการใช้พลังงานน้ำมัน ซึ่งจากค่าพยากรณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 30.97% ซึ่งถือว่าสมการมีความคลาดเคลื่อนมากและไม่สามารถนำมาหาพลังงานแก๊สเพื่อเป็นแนวทางได้ จากกราฟจะเห็นได้ว่าการพยากรณ์มีแนวโน้มและทิศทางกับเส้นการใช้ไฟฟ้าจริงมีความแตกต่างกัน แสดงว่าปริมาณการผลิตปลาส้มมีความสัมพันธ์กับน้ำมันดีเซลน้อย หรือการใช้น้ำมันดีเซลในกระบวนการผลิตปลาส้มมีปริมาณการใช้พลังงานน้ำมันไม่มากนัก

4.8 การเปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานและการประเมินผลความพึงพอใจ

4.8.1 การประเมินด้านพลังงาน

หลังจากโรงงานได้ดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงาน มาตรการลดความชื้นภายในตู้แช่เย็น มาตรการการเพิ่มอุณหภูมิตู้แช่เย็นจาก -7°C มาเป็น -3°C มาตรการใช้ถังแก๊สให้หมดถัง และมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้เตาแก๊สหุงต้มแล้ว พบว่าค่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตในช่วงก่อนทำการศึกษา (มกราคม – ธันวาคม 2552) มีการใช้ไฟฟ้า แก๊สหุงต้มและน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ยค่อนข้างสูง คือประมาณ 179.59 kWh/หน่วย, 11.37 กิโลกรัม/หน่วย และ 13.80 ลิตร/หน่วย ตามลำดับ หรือมีการใช้พลังงานรวมในหน่วยพลังงานเป็น 20,081 MJ/หน่วย ในช่วงทำการศึกษา (มกราคม – ธันวาคม 2553) พบว่าค่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานเปรียบเทียบกับอัตราการผลิต มีการใช้ไฟฟ้า แก๊สหุงต้มและน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ย 174.18 kWh/หน่วย, 10.78 กิโลกรัม/หน่วย และ 12.41 ลิตร/หน่วย ตามลำดับ หรือมีการใช้พลังงานรวมทั้งหมดในหน่วยพลังงานเป็น 18,915.38 MJ/หน่วย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์รวมของพลังงานทั้งสามชนิด ที่ลดลงได้ในหน่วยพลังงานได้ 5.81 % ซึ่งมีค่าลดลงกว่าเดิมจึงถือได้ว่าการบริหารจัดการพลังงานประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 สรุปผลการประหยัดพลังงาน

รายการ	ปี 2552	ปี 2553
ปริมาณไฟฟ้า(MJ)ต่ออัตราการผลิต(ตัน)	7,758.48	7,524.66
ปริมาณแก๊ส(MJ)ต่ออัตราการผลิต(ตัน)	6,289.63	5,965.04
ปริมาณน้ำมันดีเซล(MJ)ต่ออัตราการผลิต(ตัน)	6,033.20	5,425.68
รวม	20,081.31	18,915.38
ประหยัดพลังงานรวม	5.81%	

หมายเหตุ จากตารางที่ 4.8 ดัชนีชี้วัดก่อนทำโครงการปี 2552 ค่าการใช้พลังงานรวมในหน่วยความร้อน (MJ) เท่ากับ 20,081.31 MJ/หน่วยการผลิต และในช่วงทำการศึกษาโครงการปี 2553 มีการใช้พลังงานรวมในหน่วยความร้อน 18,915.38 MJ/หน่วยการผลิต สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงในหน่วย พลังงานความร้อน/หน่วยการผลิต ได้ว่า $[(18,915.38 \times 100) / 20,081.31] - 100 = \underline{5.81\%}$

4.8.2 การประเมินด้านความพึงพอใจของผู้ประกอบการและพนักงาน

ในการติดตามและประเมินผลการดำเนินงานโครงการวิจัย เรื่อง การบริหารจัดการ
การปฏิบัติงาน : กรณีศึกษาในโรงงานผลิตพลาสติก ในจังหวัดเพชรบูรณ์

4.8.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลครั้งนี้เป็นแบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็น
แบบเลือกตอบ (Check list)

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจในการบริหารจัดการ
การปฏิบัติงานประจำปีการศึกษา 2553 ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ

4.8.2.2 วิเคราะห์และแปรผลข้อมูล ในการวิเคราะห์และแปรผลข้อมูลดำเนินการดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์ผลด้วยการหาค่า
ร้อยละเสนอผลด้วยการหาค่าร้อยละ เสนอผลด้วยตาราง และแปรผลด้วยการบรรยาย

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจในการบริหารจัดการ
การปฏิบัติงานวิเคราะห์ผลด้วยการหาคะแนนจากจำนวนคนที่เลือกในแต่ละระดับความพึงพอใจ เสนอผล
ด้วยตาราง และแปรผลด้วยการบรรยาย ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องมีความพึงพอใจในระดับ พึงพอใจ
มาก และพึงพอใจมากที่สุด รวมกันไม่ต่ำกว่า 80 %

ในการแปลความหมายของค่าร้อยละกำหนด ดังนี้

81 - 100 % หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

61 - 81 % หมายถึง พึงพอใจมาก

41 - 60 % หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

21 - 40 % หมายถึง พึงพอใจน้อย

0 - 20 % หมายถึง ไม่พึงพอใจ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้เสนอผลการประเมินตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.20 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ชาย	12	24
หญิง	38	76
รวม	50	100

ตอนที่ 2 ข้อมูลแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจในการบริหารจัดการ
การพลังงานวิเคราะห์ผลด้วยการหาค่าร้อยละ

ตารางที่ 4.21 จำนวนคนที่เลือกระดับคะแนนความพึงพอใจ

รายการประเมิน	จำนวน(คน)				
	0	1	2	3	4
1. ประโยชน์ของการนำการจัดการพลังงานไปใช้ประโยชน์	0	8	2	10	30
2. มีความพึงพอใจในโครงการการจัดการพลังงาน	0	4	10	16	20
3. ความคุ้มค่าของการลงทุนการประหยัดพลังงาน	0	4	6	11	29
4. ความตั้งใจและเอาใจใส่ในการให้บริการ	0	1	2	17	30
5. ภาพรวมของการจัดการพลังงานตลอดทั้งโครงการ	0	6	5	9	30

ตารางที่ 4.22 จำนวนคะแนนตามระดับความพึงพอใจ

รายการประเมิน	จำนวน(คน)					รวมคะแนน	คิดเป็น %
	0	1	2	3	4		
1. ประโยชน์ของการนำการจัดการพลังงานไปใช้ประโยชน์	0	8	4	30	120	162	81%
2. มีความพึงพอใจในโครงการการจัดการพลังงาน	0	4	20	48	80	152	76%
3. ความคุ้มค่าของการลงทุนการประหยัดพลังงาน	0	4	12	33	116	165	82.5%
4. ความตั้งใจและเอาใจใส่ในการให้บริการ	0	1	4	51	120	176	88%
5. ภาพรวมของการจัดการพลังงานตลอดทั้งโครงการ	0	6	10	27	120	163	81.5%
รวม						818	81.8%

หมายเหตุ จากคะแนนเต็มทั้งหมดเท่ากับ 1,000 คะแนน ในจำนวนคนทั้งหมด 50 คน ดังนั้น

รายการประเมินที่ 1 คะแนนเต็ม 200 ได้คะแนน 162 คะแนน

รายการประเมินที่ 2 คะแนนเต็ม 200 ได้คะแนน 152 คะแนน

รายการประเมินที่ 3 คะแนนเต็ม 200 ได้คะแนน 165 คะแนน

รายการประเมินที่ 4 คะแนนเต็ม 200 ได้คะแนน 176 คะแนน

รายการประเมินที่ 5 คะแนนเต็ม 200 ได้คะแนน 163 คะแนน

ดังนั้นคิดเปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจเท่ากับ $((162+152+165+176+163)*100)/1000=81.8\%$

จากตารางที่ 4.22 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามในการจัดทำแบบสอบถาม เรื่อง การบริหารจัดการพลังงาน กรณีศึกษาโรงงานผลิตพลาสติก ในจังหวัดเพชรบูรณ์

รายการประเมินที่ 1. ประโยชน์ของการนำการจัดการพลังงานไปใช้ ประโยชน์ ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในระดับ 4 รวม 16.2 %

รายการประเมินที่ 2. มีความพึงพอใจในโครงการการจัดการพลังงานผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในระดับ 4 รวม 15.2 %

รายการประเมินที่ 3. ความคุ้มค่าของการลงทุนการประหยัดพลังงาน ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในระดับ 4 รวม 16.5 %

รายการประเมินที่ 4. ความตั้งใจและเอาใจใส่ในการให้บริการ ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในระดับ 4 รวม 17.6 %

รายการประเมินที่ 5. ภาพรวมของการจัดการพลังงานตลอดทั้งโครงการ ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในระดับ 4 รวม 16.3 %

สรุป ดังนั้นระดับคะแนนความพึงพอใจรวมอยู่ที่ 81.8 % แสดงว่าพนักงานส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากในการจัดทำโครงการจัดการพลังงานมาก

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการทำโครงการวิจัย

5.1.1 สรุปขั้นตอนการบริหารจัดการพลังงาน

5.1.1.1 ผู้บริหารโรงงานมีความต้องการที่จะลดปริมาณการใช้พลังงาน

5.1.1.2 เข้าสำรวจเก็บข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิต การใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน จำนวนเครื่องจักรและอุปกรณ์ ขนาดของเครื่องจักรและอุปกรณ์

5.1.1.3 ประเมินสถานการณ์การจัดการพลังงานเบื้องต้น โดยการเก็บข้อมูลใบเสร็จค่าไฟฟ้า แก๊สและน้ำมัน หาดัชนีชี้วัดก่อนทำโครงการ

5.1.1.4 มีการกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงานและประชาสัมพันธ์

5.1.1.5 โรงงานจัดตั้งหน่วยงานด้านการจัดการพลังงานรวมทั้งกำหนดโครงสร้างอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบ

5.1.1.6 จัดทำบัญชีเครื่องจักรและอุปกรณ์ Energy layout ,Energy chart และ Energy equation

5.1.1.7 วิเคราะห์ข้อมูลจากการเข้าเก็บข้อมูลภายในโรงงาน และจาก Energy chart และ Energy equation

5.1.1.8 หาแนวทางการจัดการประหยัดพลังงาน จัดให้มีการกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

5.1.1.9 เสนอผู้บริหารเพื่อพิจารณา และปฏิบัติตามแผนอนุรักษ์พลังงาน

5.1.1.10 เก็บข้อมูล และประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

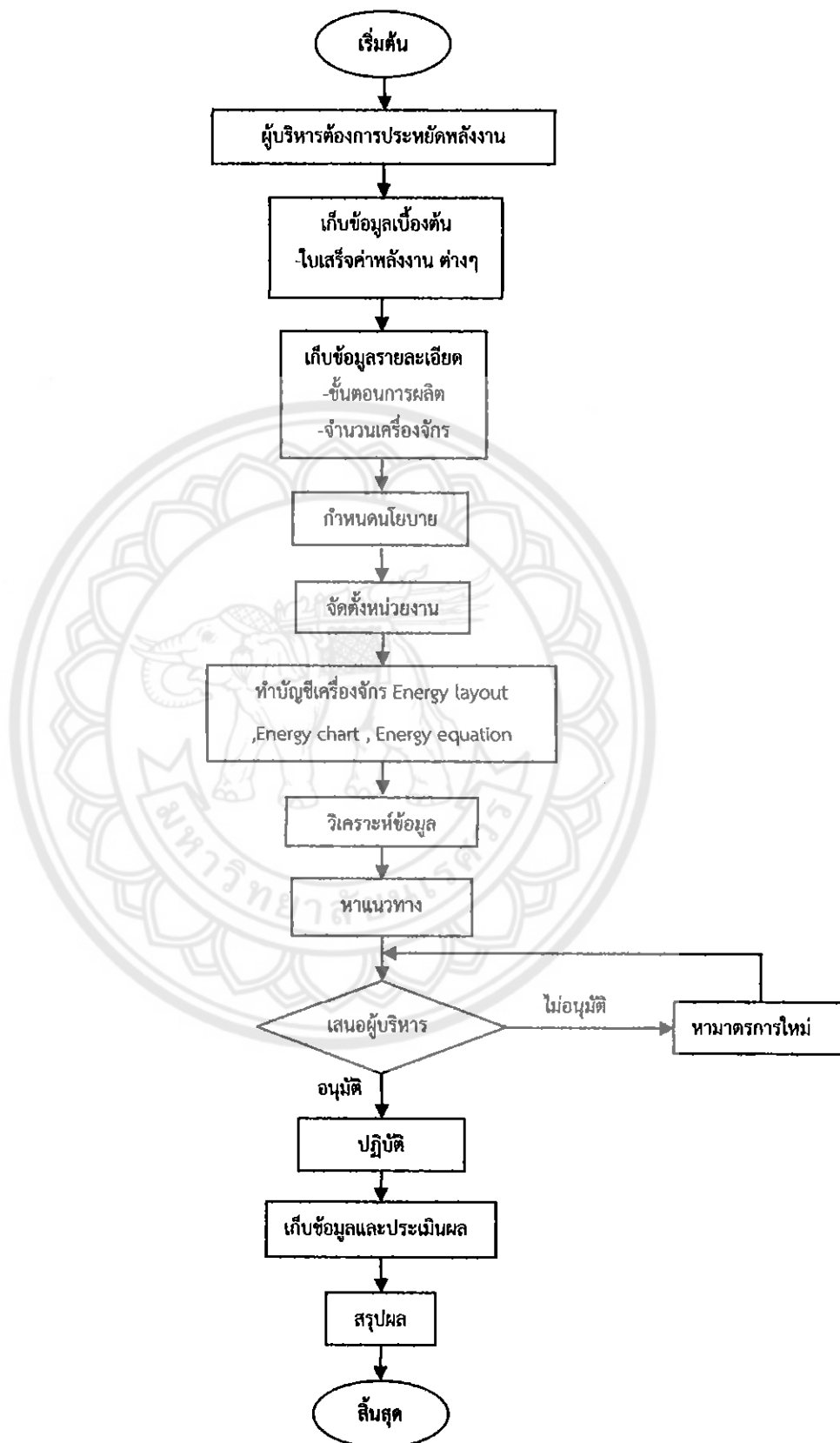
5.1.1.11 ตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติงานตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

5.1.1.12 ตรวจสอบติดตาม และประเมินระบบการจัดการพลังงาน

5.1.1.13 ทบทวนวิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของระบบการจัดการพลังงาน

5.1.1.14 ในการประชุมประจำเดือนของทุกเดือน ให้การอนุรักษ์พลังงานเป็นวาระการประชุมขององค์กรด้วย

5.1.2 สรุป Flow chart ขั้นตอนการจัดการพลังงาน
ระบบการจัดการ



รูปที่ 5.1 Flow chart ระบบการจัดการพลังงาน

5.1.3 สรุป Flow chart ขั้นตอนการจัดการเอกสาร



รูปที่ 5.2 Flow chart ระบบการจัดการเอกสารพลังงาน

5.1.4 สรุปผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

5.1.4.1 มาตรการลดความชื้นภายในตู้แช่เย็น ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 127 หน่วยต่อปี หรือ คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 436 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 165 วัน เพียงแค่ลงทุนการทำความสะดวกด้วยผ้าหรือไม้ถูกพื้นในการรับน้ำภายในตู้แช่เย็น

5.1.4.2 มาตรการเพิ่มอุณหภูมิตู้แช่เย็นเพื่อลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์จากอุณหภูมิ -7°C มาเป็น -3°C ในตู้แช่เย็นขนาด 10 ตัน ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 13,440 หน่วยต่อปีหรือคิดเป็นเงิน 46,099 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน คืนทุนทันทีเมื่อปฏิบัติ

5.1.4.3 มาตรการจำกัดการเปิด/ปิด ตู้แช่เย็น ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 7,560 หน่วยต่อปีคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 25,931 บาทต่อปี

5.1.4.4 มาตรการใช้ถังแก๊สให้หมดถัง ลดการใช้พลังงานแก๊สได้ 347 กิโลกรัมต่อปี หรือ คิดเป็นเงิน 7,400 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 148 วัน

5.1.4.5 มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ในเตาแก๊สหุงต้ม ลดการใช้พลังงานแก๊ส 232.2 กิโลกรัมต่อปี หรือคิดเป็นเงิน 4,439.66 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน ในการลงทุน 3 หัวเตามี ระยะเวลา 124 วัน

5.1.4.6 มาตรการเริ่มทำงานก่อนหนึ่งชั่วโมง ลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า 15,343 บาท/ปี

ตารางที่ 5.1 ผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการที่ดำเนินงาน

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน	พลังงานที่ใช้ ลดลงต่อปี	ผลประโยชน์ (บาทต่อปี)	ด้านเศรษฐศาสตร์		พลังงานที่ ใช้(MJ)	%ที่ ลดลง	
			เงินลงทุน	ระยะเวลา คืนทุน(ปี)			
1. มาตรการลดความชื้นภายในตู้แช่เย็น	127 kWh	436	200	0.459	457.2	0.17%	
2. มาตรการเพิ่มอุณหภูมิตู้แช่เย็นเพื่อลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์	13,440 kWh	46,099	-	-	48,384	18.71%	
3. มาตรการจำกัดการเปิด/ปิดตู้แช่เย็น	7,560 kWh	25,931	-	-	27,216	10.52%	
4. มาตรการใช้ถังแก๊สให้หมดถัง	387 kg	7,400	3,000	0.4054	17,840.7	8.34%	
5. มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ในเตาแก๊สหุงต้ม	232.2 kg	4,440	1,500	0.337	10,704.4	5%	
6. มาตรการเริ่มทำงานก่อนหนึ่งชั่วโมง	-	15,343	-	-	-	-	
รวมผลประโยชน์	ไฟฟ้า	21,127 kWh	87,809	200	-	48,841.2	29.4%
	แก๊ส	619.2 kg	11,839.10	4,500	-	28,545.1	13.4%

5.1.5 สรุปผลจากการเก็บข้อมูลจริงช่วงการดำเนินโครงการ

จากตารางที่ 5.1 เป็นผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการที่ดำเนินงาน ถ้าโรงงานปฏิบัติตามแนวทางมาตรการได้จริง 100 % โรงงานจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 29.4% และพลังงานแก๊ส 13.4 % ในหน่วยพลังงานความร้อน ซึ่งทางโรงงานเลือกทำตามมาตรการบางมาตรการ จึงอาจจะทำให้ไม่ถึงตามที่ประเมินผลความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการที่ดำเนินงานไว้

จากดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตในช่วงก่อนทำการศึกษา (มกราคม – ธันวาคม 2552) มีการใช้ไฟฟ้า แก๊สและน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ยค่อนข้างสูงคือประมาณ 179.59 kWh/หน่วย , 11.37 กิโลกรัม/หน่วย และ 13.80 ลิตร/หน่วย ตามลำดับ หรือมีการใช้พลังงานรวมในหน่วยพลังงานเป็น 20,081 MJ/หน่วย ในช่วงทำการศึกษา (มกราคม – ธันวาคม 2553) พบว่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานเปรียบเทียบกับอัตราการผลิต มีการใช้ไฟฟ้า แก๊สและน้ำมัน ลดลงโดยเฉลี่ย 174.18 kWh/หน่วย , 10.78 กิโลกรัม/หน่วยและ 12.41ลิตร/หน่วย ตามลำดับ หรือมีการใช้พลังงานรวมทั้งหมดในหน่วยพลังงานเป็น 18,915.38 MJ/หน่วย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์รวมของพลังงานทั้งสามชนิด ที่ลดลงได้ 5.81 % ซึ่งมีค่าลดลงกว่าเดิมจึงถือได้ว่า การบริหารจัดการพลังงานประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ดังตารางที่ 5.2

และจากการประเมินผลความพึงพอใจ จากพนักงานของโรงงานผลิตพลาสติกในจังหวัดเพชรบูรณ์ ในการทำโครงการนี้ พนักงานโรงงานผลิตพลาสติกมีความพึงพอใจ 81.8% ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้

ตารางที่ 5.2 สรุปผลดัชนีชี้วัดช่วงการทำโครงการ

เดือน/ปี	ปริมาณการใช้พลังงาน				ดัชนีการใช้พลังงาน							รวม	
	ไฟฟ้า		แก๊ส		น้ำดื่ม		น้ำส้ม		MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย		MJ/หน่วย
	KWh	MJ	กก.	MJ	ลิตร	MJ	KWh/หน่วย	MJ/หน่วย					
ผลผลิตต่อหน่วย													
มกราคม	5,547.31	19,970.32	336	15,490	280.31	10,209	196.50	707.41	11.90	548.69	9.93	361.63	1,617.74
กุมภาพันธ์	5,854.08	21,074.69	384	17,702	219.24	7,985	175.27	630.98	11.50	530.01	6.56	239.06	1,400.05
มีนาคม	6,230.12	22,428.43	432	19,915	345.4	12,579	172.39	620.60	11.95	551.06	9.56	348.08	1,519.73
เมษายน	5,020.31	18,073.12	192	8,851	532.02	19,376	219.71	790.95	8.40	387.36	23.28	847.97	2,026.28
พฤษภาคม	5,197.73	18,711.83	228	10,511	452.35	16,475	162.58	585.29	7.13	328.77	14.15	515.31	1,429.38
มิถุนายน	5,324.85	19,169.46	432	19,915	364.11	13,261	164.30	591.47	13.33	614.48	11.23	409.16	1,615.10
กรกฎาคม	5,326.45	19,175.22	228	10,511	437.15	15,921	187.42	674.71	8.02	369.84	15.38	560.20	1,604.75
สิงหาคม	5,620.60	20,234.16	432	19,915	425.14	15,484	172.15	619.73	13.23	609.96	13.02	474.23	1,703.92
กันยายน	5,706.29	20,542.64	384	17,702	365.89	13,326	171.67	618.01	11.55	532.56	11.01	400.89	1,551.47
ตุลาคม	5,847.96	21,052.66	348	16,043	295.77	10,772	169.21	609.16	10.07	464.20	8.56	311.69	1,385.05
พฤศจิกายน	6,581.22	23,692.39	480	22,128	683.44	24,891	161.19	580.27	11.76	541.95	16.74	609.62	1,731.85
ธันวาคม	7,526.62	27,095.83	576	26,554	521.64	18,998	137.80	496.08	10.55	486.15	9.55	347.82	1,330.05
รวม	69,783.54	251,220.74	4,452	205,237	4,922.46	179,275.99	2,090.18	7,524.66	129.39	5,965.04	148.98	5425.68	18,915.38
สูงสุด	7,526.62	27,095.83	576.00	26,553	683.44	24,890.88	219.71	790.95	13.33	614.48	23.28	847.97	2,026.28
ต่ำสุด	5,020.31	18,073.12	192.00	8851	219.24	7,984.72	137.80	496.08	7.13	328.77	6.56	239.06	1,330.05
เฉลี่ย/เดือน	5,815.30	20,935.06	371.00	17,103.10	410.21	14,999.67	174.18	627.05	10.78	497.09	12.41	452.14	1,576.28

หมายเหตุ : จากการเก็บข้อมูลจากใบเสร็จค่าไฟฟ้า ใบเสร็จแก๊สและใบเสร็จน้ำมันในแต่ละเดือนหลังการปฏิบัติการปฏิบัติตามมาตรการ

ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบพลังงานดัชนีชี้วัดก่อนทำกับช่วงทำการศึกษา

เดือน	ปี 2552			ปี 2553		
	ไฟฟ้า	แก๊ส	น้ำมัน	ไฟฟ้า	แก๊ส	น้ำมัน
	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย
มกราคม	375.08	472.56	243.06	707.41	548.69	361.63
กุมภาพันธ์	591.17	370.28	610.64	630.98	530.01	239.06
มีนาคม	756.20	527.41	584.07	620.60	551.06	348.08
เมษายน	734.37	234.64	503.36	790.95	387.36	847.97
พฤษภาคม	713.69	269.19	434.22	585.29	328.77	515.31
มิถุนายน	654.39	585.09	413.11	591.47	614.48	409.16
กรกฎาคม	607.24	459.43	689.07	674.71	369.84	560.20
สิงหาคม	677.99	581.29	423.09	619.73	609.96	474.23
กันยายน	595.84	802.24	541.36	618.01	532.56	400.89
ตุลาคม	794.31	713.80	840.65	609.16	464.20	311.69
พฤศจิกายน	566.12	608.83	263.26	580.27	541.95	609.62
ธันวาคม	692.07	664.87	487.32	496.08	486.15	347.82
รวม	7,758.48	6,289.63	6,033.20	7,524.66	5,965.04	5,425.68
	20,081.31 MJ/หน่วย			18,915.38 MJ/หน่วย		
%ที่ลดได้	5.81%					

5.2 ปัญหาในการดำเนินโครงการวิจัย

5.2.1 ผู้จัดทำไม่มีทักษะความชำนาญในการใช้เครื่องจักรของทางโรงงานผลิตพลาสติกจึงทำให้ยากต่อความเข้าใจของปัญหานั้นได้

5.2.2 เนื่องจากเป็นโรงงานขนาดเล็กการเก็บข้อมูล จึงเป็นการจดบันทึกย้อนหลังซึ่งข้อมูลอาจคลาดเคลื่อนกับความเป็นจริงได้

5.2.3 โรงงานผลิตพลาสติกตั้งอยู่ในจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งมีระยะทางไกลจึงยากที่จะได้รับการควบคุม ดูแล ตรวจสอบและติดตามผลอย่างใกล้ชิด

5.2.4 การผลิตในแต่ละวันไม่มีการวางแผนในการผลิตที่แน่นอนและขึ้นอยู่กับปริมาณปลาที่จับได้จากบ่อเลี้ยงในแต่ละวันว่ามากน้อยแค่ไหน จึงทำให้ปริมาณการผลิตไม่ตรงกันเมื่อเทียบเดือนต่อเดือน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับการประหยัดพลังงาน

5.3.1 การเก็บข้อมูล ตัวเลขต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการผลิตควรมีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้องและสามารถลดพลังงานได้อย่างตรงจุด

5.3.2 การบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์อย่างมีแบบแผนโดยให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการดูแลรักษาเป็นประจำ เพื่อให้เครื่องจักรมีการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3.3 ควรมีการปลูกฝังจิตสำนึกให้กับพนักงานได้ตระหนักถึงความสำคัญในการใช้พลังงานให้คุ้มค่าและเห็นถึงประโยชน์ความสำคัญในการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด



เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย.(2553) .คู่มือหน่วยงานที่ปรึกษา
กิจกรรมการจัดการพลังงานแบบสมบูรณ์เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับ
อุตสาหกรรม รุ่นที่ 8.พิษณุโลก: ส่วนพัฒนาการใช้พลังงานและสิ่งแวดล้อม สำนักพัฒนา
อุตสาหกรรมเป้าหมาย.

เกียรติสุดา ศรีสุข.(2552). ระเบียบวิธีวิจัย. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์ครองช่าง

สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2554 จาก

<http://202.129.0.151/upload/%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%AA%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%A1.doc>

ก่อเกียรติ บุญชูกุล. การบำรุงรักษาด้วยตนเองสำหรับพนักงานระดับปฏิบัติงาน (2553).

พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ บริษัท ส.เอเชียเพรส จำกัด,

ดร. ชัยธำรง พงศ์พัฒน์ศิริ. เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา Energy conservation.พิษณุโลก
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร . 2553

สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน 2553 <http://www.pea.co.th/th/>

เทคโนโลยีการควบคุมความเร็วมอเตอร์และการประหยัดพลังงานที่สมบูรณ์

สืบค้นเมื่อวันที่14 กุมภาพันธ์ 2554 จาก<http://ap-machinery.com/inverter.html> และ

<http://www.hikarithai.com/index.php?lay=show&ac=article&id=538705285>

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Energy Layout สืบค้นเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2554 จาก

<http://teenet.chiangmai.ac.th/emac/journal/2003/18/05.php>

วัชร มั่งวิฑิตกุล.(2548). กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและ

โรงงานอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท เรียว ยู พาวเวอร์ จำกัด.

ศราภรณ์ อัญภข.(2545) การจัดการพลังงานในโรงงานผลิตน้ำบางเขน. วิทยานิพนธ์ วท.บ.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานกระทรวงพลังงาน. (ม.ป.ป.).อนุรักษ์พลังงาน.

สืบค้นข้อมูลเมื่อวันที่14 พฤศจิกายน 2553 จาก <http://www.eppo.go.th/index-T.html>

สำนักงานนโยบายและพลังงาน กระทรวงพลังงาน . ข้อมูลราคาน้ำมัน.

สืบสืบค้นข้อมูลเมื่อวันที่14 พฤศจิกายน 2553 จาก <http://gasprice.kapook.com/>

อมร แก้วประดับ.(2546). การประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทโลหะ. วิทยานิพนธ์

ป.บัณฑิต(เทคโนโลยีพลังงาน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ

อรรถพล จันทะมัต.(2552) การบริหารจัดการพลังงาน กรณีศึกษาในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ซีเมนต์.

ปริญญาานิพนธ์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต,

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร



ภาคผนวก ก

รายละเอียดตารางบัญชีเครื่องจักร, Energy Layout

ตารางที่ ก.1 เครื่องจักรและอุปกรณ์สายการผลิต

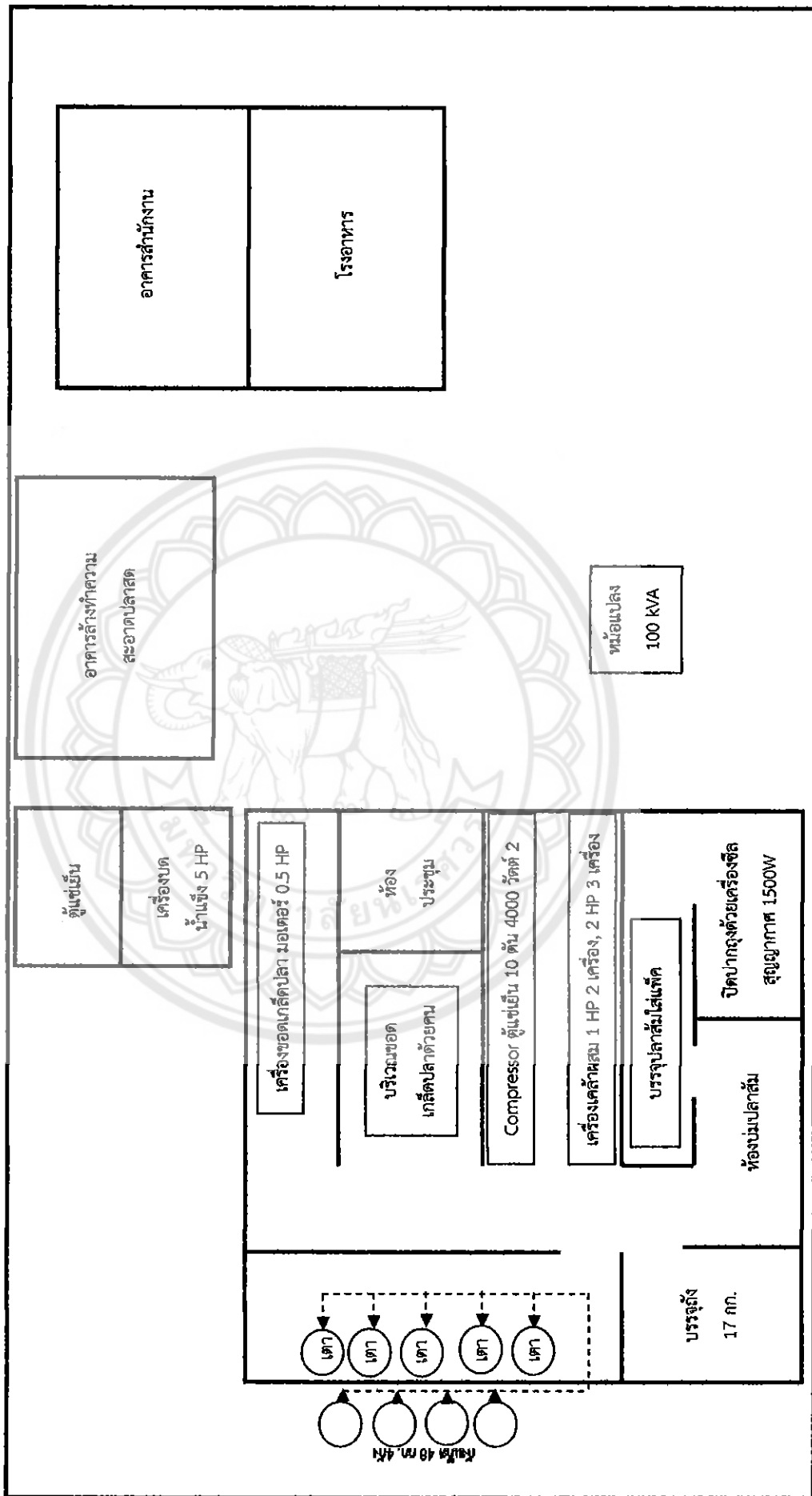
รหัส	เครื่องจักร	จำนวน	กำลังมอเตอร์	หน่วย	แรงดันไฟฟ้า	หน่วย	กำลังไฟฟ้า(HP)
F07	ตู้เย็น	1	4.9	Q	220	Volt	-
F08	ตู้เย็น	1	8.9	Q	220	Volt	-
F09	พัดลมติดผนัง	17	52	Watt	220	Volt	-
F10	พัดลมตั้งโต๊ะ	5	150	Watt	220	Volt	-
F11	พัดลมตั้งพื้น	3	54	Watt	220	Volt	0.5
F12	พัดลมดูดอากาศ	8	30	Watt	220	Volt	-
F13	พัดลมดูดอากาศ	3	370	Watt	380	Volt	0.5
F14	เครื่องปรับอากาศ	2	19000	BTU	220	Volt	-
F15	เครื่องปรับอากาศ	1	30000	BTU	220	Volt	-
F16	เครื่องซีลสุญญากาศ	1	1500	Watt	380	Volt	-
F17	เครื่องซีลแนวตั้ง	1	-	Watt	220	Volt	-
F18	เครื่องซีลแนวนอน	2	-	Watt	220	Volt	-
F19	เครื่องพิมพ์วันผลิต	1	0.75	Am.	220	Volt	-
F20	สายพานลำเลียง	1	40	Watt	220	Volt	-
F21	เครื่องฮีทเตอร์	1	-	-	220	Volt	-
F22	เครื่องหั่นข้าวเกรียบ	1	5.8	Am.	220	Volt	1
F23	เครื่องบดปลาย่าง	1	10	Am.	220	Volt	2
F24	ตู้อบปลา	1	370	Watt	380	Volt	0.5
F25	เครื่องบดกระเทียม	1	5.2	Am.	380	Volt	-
F26	เครื่องบดเนื้อปลา	1	1500/7.5	W/A	380	Volt	-
F27	เครื่องนวดผสม	1	1500	Watt	380	Volt	2
F28	เครื่องตัดเส้น	1	3.4	Am.	380	Volt	1
F29	เครื่องนวดข้าวเกรียบ	1	7.1	Am.	220	Volt	1
F30	เตาไมโครเวฟ	1	1250	Watt	220	Volt	-
F31	เครื่องสับละเอียด	1	370	Watt	220	Volt	-
F32	หม้ออบไฟฟ้า	1	1300	Watt	220	Volt	-
F33	เครื่องปั่น	1	600	Watt	220	Volt	-
F34	เครื่อง ไม่น้ำแข็ง	1	3700	Watt	380	Volt	5
F35	เครื่อง ไม่น้ำแข็ง	1	2200	Watt	220	Volt	3

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) เครื่องจักรและอุปกรณ์สายการผลิต

รหัส	เครื่องจักร	จำนวน	กำลังมอเตอร์	หน่วย	แรงดันไฟฟ้า	หน่วย	กำลังไฟฟ้า(HP)
F36	บีมลม	1	1500	Watt	220	Volt	2
F37	บีมแรงดัน	3	1500	Watt	220	Volt	2
F38	ตู้น้ำเย็น	2	-	-	220	Volt	-
F39	บีมน้ำ	1	-	-	380	Volt	-
F40	บีมน้ำ	3	1500	Watt	380	Volt	2
F41	บีมน้ำ ปอ	1	-	-	380	Volt	-
F42	บีมน้ำเครื่องกรองน้ำ	1	1500	Watt	380	Volt	-



Energy Layout การส่งถ่ายพลังงานแก๊สในกระบวนการผลิต

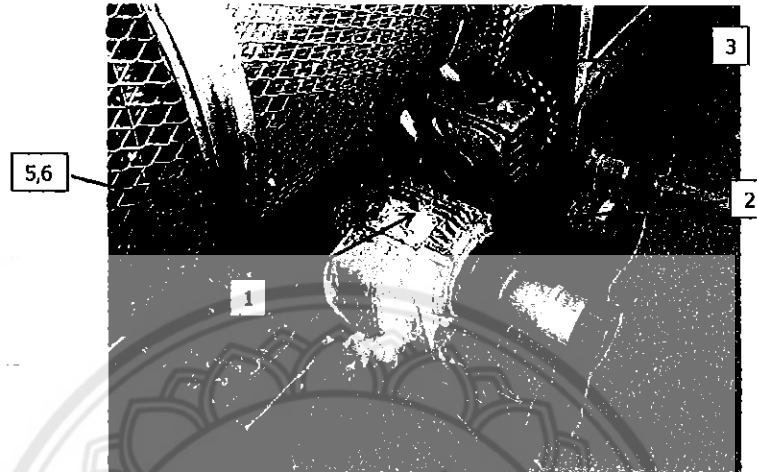


รูปที่ ก.1 Energy Layoutการส่งถ่ายพลังงานแก๊ส โรงงานผลิตพลาสติก



แผนก วิศวกรรมไฟฟ้า MOI REV3 10/10/10

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร เครื่องขุดเคลื่อนที่



ประจำเดือน.....

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1	ตรวจสอบสภาพมอเตอร์ สายไฟ และตวิสต์ควบคุม	คุณชัยมงคล
2	ตรวจสอบสภาพโซ่ ห้อยไปเดิน 5 นิ้ว การขมเขือง	คุณชัยมงคล
3	ปิดสวิทช์ไฟทุกครั้งที่เกิดใช้งาน	พนักงานประจำและทุกคน
4	อัดจาระบีหล่อลื่น เดือนละ 1 ครั้ง	คุณชัยมงคล
5	ระมัดระวังวิธีการใช้เครื่องขุดเคลื่อนที่ ให้หมุนได้รอบก่อนไต่ป่า	พนักงานประจำและทุกคน
6	ตรวจเช็คไฟรั่วตามรถ เดือนละ 1 ครั้ง	คุณปราน
7	จัดซื้อเครื่องแต่งคนตะแกรงขุดเคลื่อนที่รถและแต่งคนมีด	คุณกระวีญ
8	คัดแปลงเครื่องขุดเคลื่อนที่ที่สามารถหมุนได้ 2 ทิศทาง	คุณกระวีญ
9	ล้างทำความสะอาดตะแกรงขุดเคลื่อนที่ทุกงวดการหมักและหลังเลิกงาน	พนักงานประจำและทุกคน

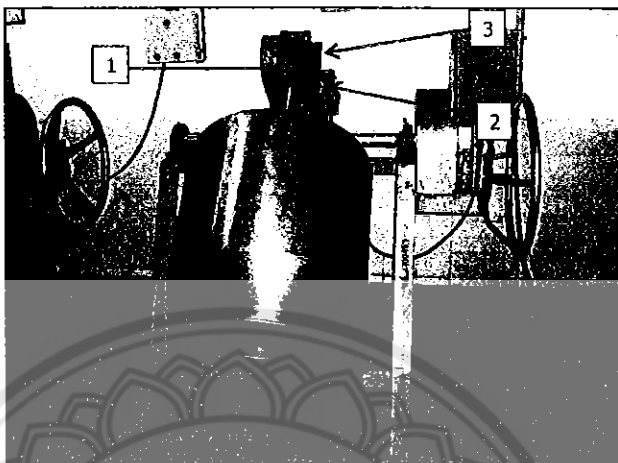
ผ่าน ใส่มินท์
(ผ่าน ใส่มินท์)

ผู้ตรวจ

วันที่ (26/11/23)

รูปที่ ข.1 ใบระเบียบปฏิบัติเครื่องขุดเคลื่อนที่

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร เครื่องกล้ำผสม



ประจำเดือน..... พฤศจิกายน ๕๖

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1	ตรวจสอบสภาพมอเตอร์ สายไฟ และสวิตช์ควบคุม	คุณวิเชียร
2	ตรวจสอบสภาพสายพาน ห้อยนไม่เกิน ๒ นิ้ว การแตกของสายพาน เดือนละ 1 ครั้ง	คุณวิเชียร
3	ปิดสวิตช์ไฟทุกครั้งเมื่อเลิกใช้งาน	พนักงานเคล้าผสมทุก
4	อัดจาระบีที่ข้อต่อเดือนละ 1 ครั้ง	คุณวิเชียร
5	ระมัดระวังวิธีการใช้เครื่องเคล้าผสม ให้อุปกรณ์ได้รอบก่อนใส่ปลา	พนักงานเคล้าผสมทุกคน
6	ตรวจสอบเชื้อเพลิงว่าเต็มหรือ เดือนละ 1 ครั้ง	คุณปราน
7	กำหนดแนวทางการเคล้าผสมปลาแต่ละประเภทให้ได้มาตรฐาน และปฏิบัติให้ได้มาตรฐานตามมาตรฐานจัดทำให้เหมาะสมแต่ละ	คุณกะวัญ

โดย
 (.....)

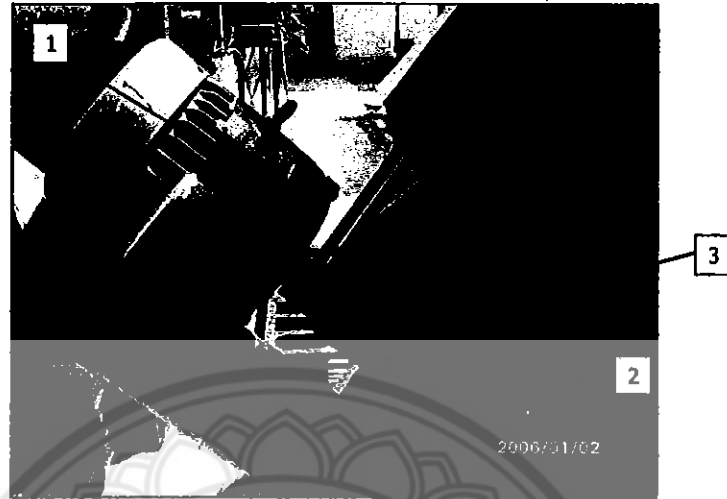
ผู้ตรวจสอบ

วันที่ ๒๐/๑๑/๕๖

รูปที่ ข.2 ใบระเบียบปฏิบัติเครื่องคลุกเคล้าผสม

กรมฝนตก
M01 REV3 10/10/10

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร เครื่องบดน้ำแข็ง



ประจำเดือน..... สิงหาคม

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1	ตรวจสอบสภาพมอเตอร์ สายไฟ และสวิตช์ควบคุม	คุณแทน
2	ตรวจสอบสภาพสายพาน ห้อยไม้เกิน ๕ นิ้ว การแคร์ร่วของสายพาน	คุณแทน
3	ปิดสวิตช์ไฟทุกครั้งที่เกิดใช้งาน	พนักงานประจำแต่ละทุกคน
4	อัปเดตอะไหล่ที่อื่น เดือนละ 1 ครั้ง	คุณแทน
5	ระมัดระวังวิธีการใช้เครื่องบดน้ำแข็ง ให้หมุนได้รอบ ก่อนบดน้ำแข็ง	พนักงานประจำแต่ละทุกคน
6	ตรวจเช็คไฟรั่วสม่ำเสมอ เดือนละ 1 ครั้ง	คุณปราน
7	ให้ผู้จัดส่งน้ำแข็ง ทำร่องก่อนน้ำแข็ง เพื่อให้สะดวกในการขยับ บดน้ำแข็ง	คุณนิภากรณ์
8	ให้พนักงานใช้ขวานแกะน้ำแข็งแบ่งครึ่ง ก่อนนำเข็นเครื่องบด	พนักงานประจำแต่ละทุกคน

แทน แทนจันทร์
(แทน แทนจันทร์)

ผู้ตรวจสอบ
วันที่ ๒๐/๑๒/๕๓

รูปที่ ข.3 ใบระเบียบปฏิบัติเครื่องบดน้ำแข็ง

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร ตู้แช่แข็ง



ประจำเดือน..... มีนาคม 53

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1	ปิดวาล์วที่หัวถังแก๊สหลังใช้งานทุกครั้ง	คุณปวีชาติ
2	ทุกเดือนตรวจการรั่วซึมของแก๊ส โดยใช้ปรอทภาตีสอบนำศปฐานบริเวณ ข้อศอก และตามสายท่อแก๊ส	คุณปราน
3	เช็ด - ถ้างทำความสะอาดบริเวณหัวเสาทุกวัน	คุณปราน
4		
5		
6		
7		
8		

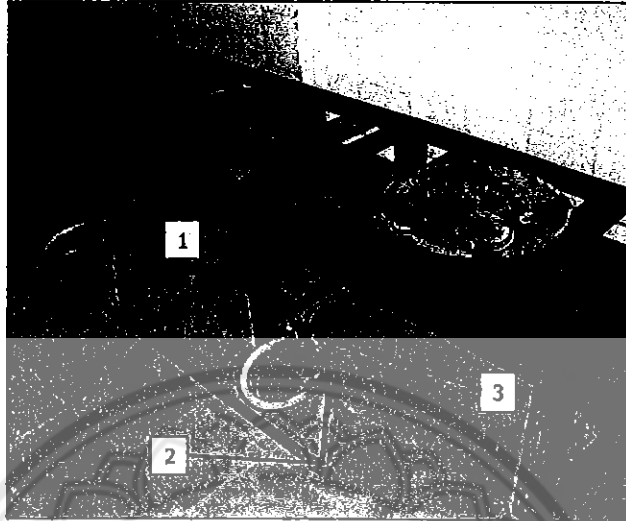
.....
นางสาว ปวีณี นนท์

.....
นางสาว ปวีณี นนท์

ผู้ตรวจสอบ
วันที่ 29.12.53

รูปที่ ข.4 ใบระเบียบปฏิบัติถังแก๊ส

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร เตาแก๊ส



ประจำเดือน... สิงหาคม ๕๖

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1	ตรวจสภาพหัวเตา ไม่ให้มีสิ่งอุดตัน	คุณวิเชียร
2	ตรวจสภาพสาย และข้อต่อ	คุณวิเชียร
3	ปิดวาล์วแก๊สทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน	พนักงานเกล้าหสมทุก
4	ตรวจสอบรอยรั่วด้วยน้ำสบู่ เดือนละ 1 ครั้ง	คุณวิเชียร
5	ตรวจระยะห่างปลวไฟระหว่างกันกระตะ	พนักงานชำแหละทุกคน
6		
7		
8		
9		

.....
.....

ผู้ตรวจสอบ
วันที่ 30/12/56

รูปที่ ข.5 ใบระเบียบปฏิบัติเตาแก๊ส

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร ตู้แช่เย็น



ประจำเดือน..... มีนาคม 53

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1	ล้างอุณหภูมิตู้แช่ใหญ่ให้คงที่อยู่ที่ -3 องศา	คุณสมชาย
2	จัดระเบียบในการจัดวางของในตู้เย็นให้สะดวกในการกระจายความเย็น	พนักงานเคสทั้งหมดทุกคน
3	ผลิตภัณฑ์ที่ไปไม่แช่เย็นไม่ควรมีความชื้นมากมาย	พนักงานเคสทั้งหมดทุกคน
4	ตรวจสอบซีลยางประตูตู้แช่อย่างสม่ำเสมอ เดือนละ 1 ครั้ง	พนักงานเคสทั้งหมดทุกคน
5	เช็ด - ถู ทำความสะอาดเดือนละ 1 ครั้ง	พนักงานเคสทั้งหมดทุกคน
6	ตรวจสอบเช็คความร้อนของมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์ขณะทำงานว่าเป็นปกติหรือไม่ ทั่วประเทศ 1 ครั้ง	คุณสมชาย
7	ตรวจสอบเช็คไฟรั่วสม่ำเสมอ เดือนละ 1 ครั้ง	คุณปราน
8	ทำความสะอาด Condensing Unit 6 เดือนครั้ง	คุณปราน

ช่าง วัฒนศักดิ์
 (ช่าง วัฒนศักดิ์)
 ผู้ตรวจสอบ
 วันที่ 20,14,53

รูปที่ ข.6 ใบระเบียบปฏิบัติตู้แช่เย็น

แบบที่ 1700-1-1/ก
 ม.บ.ร.บ.ร.บ. 10/07/70

ใบตรวจสอบความพร้อมกันเครื่องขุดเคลื่อนที่

ลำดับ	การตรวจสอบและปฏิบัติ	ประจำเดือน																															หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	ตรวจสอบเครื่องยนต์ สายไฟ และสวิตช์ควบคุม	✓																															
2	ตรวจสอบสภาพสายพาน หม้อต้ม น้ำมัน ½ นิ้ว	✓																															
3	การตรวจเช็คของสายพาน	✓																															
4	เช็คจาระบีหม้อต้ม	✓																															
5	ตรวจเช็ค หัวฉีดน้ำมัน	✓																															
6	เครื่องควบคุมแรงขับเคลื่อนและตัดจัมเปอร์	✓																															
7	ตั้งตำแหน่งของสายพานและสายพาน	✓																															
8	ปรับเสียงงาน	✓																															
ผู้ปฏิบัติ																																	

ผู้ตรวจสอบ
 วันที่ 17/07/70

รูปที่ ข.7 ใบบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องขุดเคลื่อนที่

แผนก บริหารงานทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

ใบตรวจสอบประวัติการปฏิบัติงาน

ลำดับ	การตรวจสอบประวัติ	ประจำเดือน																														หมายเหตุ		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		31	
1	ป็นคนดีที่ทำงานมีจิตสำนึกดี																																	
2	ทุกคนตรวจสอบประวัติการทำงาน																																	
3	ตามระเบียบของราชการ																																	
4	ดี - ทั้งที่ตรวจประวัติการทำงาน																																	
5																																		
6																																		
7																																		
ผู้ปฏิบัติ																																		

ผู้ตรวจสอบ
นางสาว น. น. น.
 (นางสาว น. น. น.)
 วันที่ ๒๒/๑๒/๕๖

รูปที่ ข.10 ใบบำรุงรักษาเชิงป้องกันภัย

หน้า กรุงเทพมหานคร JMO1 REV3 10/10/10

ใบตรวจสอบประวัติการปฏิบัติงานของพนักงาน

ลำดับ	การตรวจสอบประวัติ	ประวัติเดือน...ลงมาถึง 53																														หมายเหตุ		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		31	
1	ศึกษาประวัติประวัติการทำงาน - 3 ปี																																	
2	ตรวจสอบประวัติการทำงานในตำแหน่งปัจจุบัน																																	
3	ตรวจสอบประวัติการทำงานในตำแหน่งอื่น																																	
4	ตรวจสอบประวัติการทำงานในตำแหน่งอื่น																																	
5	ศึกษา - ศึกษาประวัติการทำงาน																																	
6	ตรวจสอบประวัติการทำงานในตำแหน่งอื่น																																	
7	ตรวจสอบประวัติการทำงาน																																	
8	ศึกษาประวัติการทำงาน																																	

ผู้ตรวจสอบ
วันที่ (/ /)

รูปที่ ข.12 ใบบำรุงรักษาเชิงป้องกันตู้แช่เย็น

ใบบันทึกการเปลี่ยนแปลงของสิ่งก่อสร้าง โรงงานปลาต้ม เครื่องบดน้ำแข็ง

ลำดับ	รายการแก้ไขหรือใหม่	ระยะเวลาแก้ไข จำนวน	สถานที่	ประจำสัปดาห์																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
1	รวมเพิ่ม	6 เดือน 4 วัน	บนดาดฟ้า																				
2	ใหม่	1 ปี	1																				
3	ใหม่	1 ปี	2 บด																				
4	ถนนใหม่	1 ปี	1																				
5	ถนนใหม่	1 ปี	2 บด																				
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							

ผู้ร่าง พรวิมลพร
 (พรวิมลพร)
 ผู้ตรวจสอบ
 วันที่ 22/10/22

รูปที่ ข.14 ใบเปลี่ยนอะไหล่เครื่องบดน้ำแข็ง

ใบบันทึกการเปลี่ยนอะไหล่เครื่องจักร โรงงานปลาต้ม ฝั่งแปด

ลำดับ	รายการเปลี่ยนอะไหล่	ระยะเวลาเปลี่ยน จำนวน	สถานที่	ประจำปี 2560												ประจำปี 2561													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	อะไหล่ปลาต้ม	3 ปี	เครื่องจักร																										
2	อะไหล่ปลาต้ม	1 ปี	เครื่องจักร																										
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
รวม				สรุปกิจกรรม																									

ช่าง
 ฝ่ายช่าง
 (.....)
 ผู้ตรวจสอบ
 วันที่ (25/12/2560)

รูปที่ ข.16 ใบเปลี่ยนอะไหล่ปลึงแก๊ส

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามประเมินโครงการวิจัย



**แบบประเมินความพึงพอใจการบริหารการจัดการประหยัคพลังงาน
โรงงานผลิตปลาซึ่ม
(สำหรับผู้บริหารและพนักงานในโรงงานผลิตปลาซึ่ม)**

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้บริหารและพนักงานในการทำโครงการจัดการประหยัคพลังงานจากโรงผลิตปลาซึ่ม
 2. เพื่อนำผลที่สอบถามมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขงานให้มีคุณภาพและผลการประเมินมาใช้วัดผลตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ
- คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นของท่านมากที่สุด
- ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจการบริหารจัดการประหยัคพลังงานของผู้บริหาร และพนักงานโรงงานผลิตปลาซึ่ม โดยได้กำหนดระดับความพึงพอใจในการประหยัคพลังงานเป็น 5 ระดับ

เกณฑ์การตอบ :

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 0 หมายถึง ไม่พึงพอใจ(ระดับคะแนน 0 – 20%) | 1 หมายถึง น้อย(ระดับคะแนน 21 – 40%) |
| 2 หมายถึง ปานกลาง(ระดับคะแนน 41 – 60%) | 3 หมายถึง มาก(ระดับคะแนน 61 – 80%) |
| 4 หมายถึง มากที่สุด(ระดับคะแนน 81 – 100%) | |

1. เพศ

- ชาย หญิง

2. สถานะภาพในการทำงาน

- ผู้บริหาร ถูกจ้างประจำ
- ถูกจ้างรายวัน ถูกจ้างรับเหมา
- อื่นๆ(โปรดระบุ).....

3. อายุการทำงานในโรงงานผลิตปลาซึ่ม

- น้อยกว่า 1 ปี 2 - 5 ปี
- 5 - 10 ตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป

รูปที่ ค.1 ตัวอย่างที่ 1 รายละเอียดผู้ประเมิน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	0	1	2	3	4
1. ประโยชน์ของการนำการจัดการพลังงานไปใช้				/	
2. มีความพึงพอใจในโครงการการจัดการพลังงาน			/		
3. ความคุ้มค่าของการลงทุนการประหยัดพลังงาน				/	
4. ความตั้งใจและเอาใจใส่ในการให้บริการ					/
5. ภาพรวมของการจัดการพลังงานตลอดทั้งโครงการ					/

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....



รูปที่ ค.2 ตัวอย่างที่ 1 แบบประเมิน

**แบบประเมินความพึงพอใจการบริหารจัดการประหยัคพลังงาน
โรงงานผลิตปลาต้ม
(สำหรับผู้บริหารและพนักงานในโรงงานผลิตปลาต้ม)**

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้บริหารและพนักงานในการทำโครงการจัดการประหยัคพลังงานจากโรงผลิตปลาต้ม
2. เพื่อนำผลที่ตอบตามมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขงานให้มีคุณภาพและผลการประเมินมาใช้วัดผลตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดการประหยัคพลังงานของผู้บริหาร และพนักงานโรงงานผลิตปลาต้ม โดยได้กำหนดระดับความพึงพอใจในการประหยัคพลังงานเป็น 5 ระดับ

เกณฑ์การตอบ :

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 0 หมายถึง ไม่พึงพอใจ(ระดับคะแนน 0 – 20%) | 1 หมายถึง น้อย(ระดับคะแนน 21 – 40%) |
| 2 หมายถึง ปานกลาง(ระดับคะแนน 41 – 60%) | 3 หมายถึง มาก(ระดับคะแนน 61 – 80%) |
| 4 หมายถึง มากที่สุด(ระดับคะแนน 81 – 100%) | |

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. สถานะภาพในการทำงาน

ผู้บริหาร

ถูกจ้างประจำ

ถูกจ้างรายวัน

ถูกจ้างรับเหมา

อื่นๆ(โปรดระบุ).....

3. อายุการทำงานในโรงงานผลิตปลาต้ม

ค่ำกว่า 1 ปี

2 - 5 ปี

5 - 10

ตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป

รูปที่ ค.3 ตัวอย่างที่ 2 รายละเอียดผู้ประเมิน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	0	1	2	3	4
1. ประสิทธิภาพของการนำการจัดการหลังงานไปใช้					/
2. มีความพึงพอใจในโครงการการจัดการหลังงาน				/	
3. ความคุ้มค่าของการลงทุนการประหยัดหลังงาน					/
4. ความตั้งใจและเอาใจใส่ในการให้บริการ					/
5. ภาพรวมของการจัดการหลังงานตลอดทั้งโครงการ					/

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....



รูปที่ ค.4 ตัวอย่างที่ 2 แบบประเมิน

**แบบประเมินความพึงพอใจการบริหารจัดการประชิดพนักงาน
โรงงานผลิตปลาต้ม
(สำหรับผู้บริหารและพนักงานในโรงงานผลิตปลาต้ม)**

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้บริหารและพนักงานในการทำโครงการจัดการประชิดพนักงานจากโรงผลิตปลาต้ม
2. เพื่อนำผลที่สอบถามมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขงานให้มีคุณภาพและผลการประเมินมาใช้วัดผลตัวชี้วัดความถี่ของโครงการ

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดการประชิดพนักงานของผู้บริหาร และพนักงานโรงงานผลิตปลาต้ม โดยได้กำหนดระดับความพึงพอใจในการประชิดพนักงานเป็น 5 ระดับ

เกณฑ์การตอบ :

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 0 หมายถึง ไม่พึงพอใจ(ระดับคะแนน 0 – 20%) | 1 หมายถึง น้อย(ระดับคะแนน 21 – 40%) |
| 2 หมายถึง ปานกลาง(ระดับคะแนน 41 – 60%) | 3 หมายถึง มาก(ระดับคะแนน 61 – 80%) |
| 4 หมายถึง มากที่สุด(ระดับคะแนน 81 – 100%) | |

1. เพศ

- ชาย หญิง

2. สถานะภาพในการทำงาน

- ผู้บริหาร ถูกจ้างประจำ
 ถูกจ้างรายวัน ถูกจ้างรับเหมา
 อื่นๆ(โปรดระบุ).....

3. อายุการทำงานในโรงงานผลิตปลาต้ม

- ต่ำกว่า 1 ปี 2 - 5 ปี
 5 - 10 ตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป

รูปที่ ค.5 ตัวอย่างที่ 3 รายละเอียดผู้ประเมิน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	0	1	2	3	4
1. ประโยชน์ของการนำการจัดการพลังงานไปใช้					/
2. มีความพึงพอใจในโครงการการจัดการพลังงาน				/	
3. ความคุ้มค่าของการลงทุนการประหยัดพลังงาน				/	
4. ความตั้งใจและเอาใจใส่ในการให้บริการ				/	
5. ภาพรวมของการจัดการพลังงานตลอดทั้งโครงการ					/

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

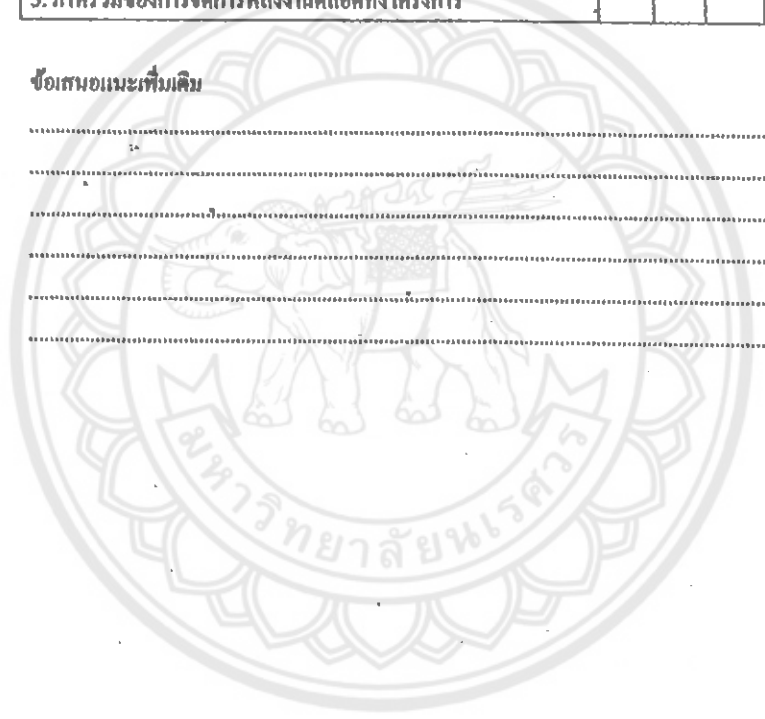
.....

.....

.....

.....

.....



รูปที่ ค.6 ตัวอย่างที่ 3 แบบประเมิน

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายพัฒน์พงษ์ ปิงวงศ์
ภูมิลำเนา 442/1 หมู่ 6 ต. แม่สาย อ. แม่สาย จ. เชียงราย
57130

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเชียงราย
วิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Pingwong_p@hotmail.com



ชื่อ นางสาวมยุรี แสงสุข
ภูมิลำเนา 52 หมู่ 1 ต. นครชุม อ. นครไทย
จ. พิษณุโลก 65120

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนนครชุมพิทยา
รัชมังคลาภิเษก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Mayu_ree_ie@hotmail.com