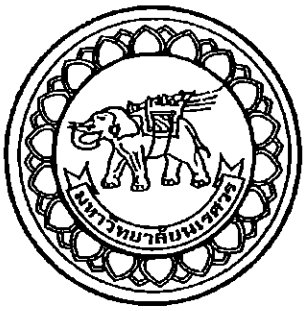


การอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษาโรงสีข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์

ENERGY CONSERVATION

CASE STUDY OF RICE MILL, UTTARADIT PROVINCE

นายพัฒิพงษ์ นนท์ศรี รหัส 51383287

นายศุภสวัสดิ์ สุขสวัสดิ์ รหัส 51384635

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 10 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 16922173
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร พ 536 ก
2554

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษาโรงสีข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายพัฒิพงษ์	นนท์ศรี	รหัส 51383287
	นายศุภสวัสดิ์	สุขสวัสดิ์	รหัส 51384635
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วิสาข์	เจ่าสกุล	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2554		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล)

.....กรรมการ

(ดร.ชัยธำรง พงศ์พัฒนศิริ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิษฎา สิมารักษ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การจัดการพลังงานโดยรวมกรณีศึกษาโรงสีข้าว ในจังหวัดอุตรดิตถ์		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายพัฒิพงษ์	นนท์ศรี	รหัส 51383287
	นายศุภสวัสดิ์	สุขสวัสดิ์	รหัส 51384635
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วิสาข์	เจ่าสกุล	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2554		

บทคัดย่อ

การศึกษาโครงงานวิจัยการอนุรักษ์พลังงานเล่มนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมและสภาพปัญหาการใช้พลังงานในโรงงาน พร้อมทั้งหาแนวทางและมาตรการในการประหยัดพลังงานเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล และพลังงานเชื้อเพลิงแกลบในหน่วยค่าความร้อน Megajoules (MJ) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ต่อหน่วยการผลิต และจัดทำระบบการอนุรักษ์พลังงานในสถานประกอบการ ซึ่งระบบที่ถูกนำมาใช้ในกระบวนการศึกษาครั้งนี้คือ การอนุรักษ์พลังงาน และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นแนวทางในการลดการใช้พลังงาน

ผลการวิจัยพบว่า ดัชนีการใช้พลังงานของโรงสีข้าวจากการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตในช่วงก่อนทำการศึกษา (มิถุนายน - ธันวาคม 2553) มีการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซล และแกลบโดยเฉลี่ยต่อเดือนค่อนข้างสูงคือประมาณ 145.76 kWh/หน่วย 10.90 ลิตร/หน่วย และ 0.10 ตัน/หน่วย ตามลำดับ หรือมีการใช้พลังงานร่วมในหน่วยพลังงานเป็น 2,392.07 MJ/หน่วย ในช่วงทำการศึกษา (มิถุนายน - ธันวาคม 2554) พบว่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงสีข้าวเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตมีการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซล และแกลบโดยเฉลี่ยต่อเดือน 142.47 kWh/หน่วย 9.16 ลิตร/หน่วย และ 0.094 ตัน/หน่วย ตามลำดับหรือมีการใช้พลังงานรวมทั้งหมดในหน่วยพลังงานเป็น 2,208.35 MJ/หน่วย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์รวมของการลดพลังงานทั้งสามชนิดได้ร้อยละ 7.68 จึงถือว่าการอนุรักษ์พลังงานประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของหลายๆ ฝ่าย โดยเฉพาะ อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา แนะนำวิธีแก้ปัญหา รวมถึงข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนความดูแลเอาใจใส่ ติดตามการดำเนินโครงงานมาโดยตลอด และขอขอบคุณคณะอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่าน ที่ได้ให้วิชาความรู้ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

นอกจากนี้ ยังต้องขอขอบคุณ อาจารย์มานพ เกิดส่ง ทีมงานอนุรักษ์พลังงาน และพนักงานทุกคนของโรงสีข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าไปเก็บข้อมูล เพื่อใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้ดำเนินโครงงานใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้การดูแล อบรมสั่งสอนและให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ตลอดการดำเนินโครงงานจนสำเร็จการศึกษา

ผู้ดำเนินโครงงาน
นายพัฒิพงษ์ นนท์ศรี
นายศุภสวัสดิ์ สุขสวัสดิ์

มีนาคม 2555

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output) 1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome) 1
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน 2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน 2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน 2
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น 4
2.1 ความหมายของการจัดการพลังงานโดยรวม 4
2.2 แนวทางการจัดการพลังงาน 5
2.3 ความหมายการประหยัดพลังงาน 10
2.4 การประหยัดพลังงานในโรงงาน 11
2.5 ประเภทของมาตรการประหยัดพลังงาน 12
2.6 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน (Energy Audit) 12
2.7 การจัดการการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับอัตราค่าไฟฟ้า 13
2.8 แนวทางการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์และเครื่องจักรกลต่างๆ 27
2.9 การนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ 46
2.10 หน่วยและการวัดค่าพลังงาน 47
2.11 ระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) 50

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.12 จุดคุ้มทุน 53
2.13 การถ่านเทความร้อนโดยการพา หรือการพาความร้อน 53
2.14 การหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ 55
2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 55

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 57
3.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลการประหยัดพลังงาน 57
3.2 เข้าศึกษาสภาพปัญหาในโรงงานและเก็บข้อมูลก่อนทำโครงการ 57
3.3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีชี้วัดก่อนทำมาตรการประหยัดพลังงาน 57
3.4 นำมาตรการและระเบียบวิธีการปฏิบัติไปบังคับใช้ในโรงงาน 58
3.5 ติดตามมาตรการและระเบียบปฏิบัติ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลประจำทุกเดือน 58
3.6 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีชี้วัดทำมาตรการประหยัดพลังงาน 58
3.7 เปรียบเทียบดัชนีชี้วัดก่อนทำ - หลังทำ การปฏิบัติงาน 58
3.8 สรุปผลและจัดทำรายงาน 58
3.9 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ 58

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ 59
4.1 การสำรวจสภาพเบื้องต้น 59
4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบการใช้พลังงาน 63
4.2.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานสีข้าว 63
4.2.2 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลของโรงงานสีข้าว 66
4.2.3 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงแกลบของโรงงานสีข้าว 69
4.3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำมาตรการประหยัดพลังงาน 72
4.4 นำมาตรการและระเบียบวิธีการปฏิบัติไปบังคับใช้ 79
4.4.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน นำไอเสียจากเตามาอุ่นน้ำดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ 79
4.4.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน หุ้มฉนวนท่อส่งความร้อน 82
4.4.3 มาตรการ ล้าง Coil เย็น และ Coil ร้อนเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน และโรงสี จำนวน 15 ชุด 85

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4.4 มาตรการ ลดเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน 90
4.4.5 มาตรการ ลดการเสียบกระติกน้ำร้อนแช่ทั้งวัน 91
4.4.6 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน ลดเวลารอคอยการขนข้าวสารไปส่งลูกค้า 95
4.4.7 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน ลดจำนวนครั้งการใช้รถตักดันข้าวเปลือกรวมกอง 96
4.4.8 การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน 100
4.5 ติดตามมาตรการและระเบียบปฏิบัติ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลประจำทุกเดือน 104
4.6 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีชี้วัดหลังทำมาตรการประหยัดพลังงาน 104
4.7 เปรียบเทียบดัชนีชี้วัดก่อนทำ - หลังทำ การปฏิบัติงาน 107
4.8 สรุปผลและจัดทำรายงาน 114

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 115
5.1 สรุปการทำโครงงานวิจัย 115
5.1.1 สรุปผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ 115
5.1.2 สรุปผลดัชนีชี้วัดพลังงานช่วงการทำโครงงาน 117
5.2 ข้อเสนอแนะ 118
5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 119

เอกสารอ้างอิง 120
ภาคผนวก ก 121
ภาคผนวก ข 126
ภาคผนวก ค 131
ภาคผนวก ง 140
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 143

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน 3

2.1 ดัชนีการใช้พลังงาน 7

2.2 การรวบรวมและคัดเลือกกิจกรรมที่เหมาะสม 7

2.3 ประเภทไฟฟ้าและอัตราค่าไฟฟ้า 13

2.4 แสดงค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติแบบสองส่วน 16

2.5 แสดงค่าไฟฟ้าแบบอัตราช่วงเวลาของวัน 16

2.6 แสดงค่าไฟฟ้าแบบอัตราช่วงเวลาการใช้งาน 17

2.7 ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้าและแนวทางการลดค่าไฟฟ้าในแต่ละอัตราค่าไฟฟ้า 21

2.8 ประสิทธิภาพของหม้อแปลงประสิทธิภาพสูงกับหม้อแปลงธรรมดา 28

2.9 แนวทางในการประหยัดพลังงานหม้อแปลงไฟฟ้า 28

2.10 แนวทางในการลดการใช้พลังงานในมอเตอร์ 31

2.11ประสิทธิภาพของมอเตอร์ธรรมดา และมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง 33

2.12 แนวทางการประหยัดพลังงานของระบบอัดอากาศ 36

2.13 แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ 42

2.14 แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง 44

2.15 หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่างๆ 48

2.16 ค่าโดยประมาณของสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเฉลี่ย 54

4.1 ผลิตภัณฑ์ 59

4.2 เวลาการผลิต 59

4.3 ผลผลิตข้าวนึ่งของเดือนมิถุนายน 2553 - เดือนธันวาคม 2553 ของโรงสีข้าวจังหวัดอุตรดิตถ์ . 63

4.4 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2553 -ธันวาคม 2553) ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ 65

4.5 ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2553 - ธันวาคม 2553) ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ 66

4.6 ปริมาณการใช้แกลบในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2553 - ธันวาคม 2553) ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ 68

4.7 การใช้พลังงานรวมของปี 2553 (มิถุนายน 2553 - ธันวาคม 2553) 69

4.8 ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงงาน ปี 2553 (มิถุนายน 2553 - ธันวาคม 2553) 71

4.9 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า 73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.10 สัดส่วนการใช้พลังงานน้ำมันดีเซล 75

4.11 การวิเคราะห์การใช้พลังงาน 76

4.12 ขนาดของเครื่องรับอากาศ 86

4.13 การสำรวจการใช้เครื่องปรับอากาศ 87

4.14 วัดกระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศก่อน และหลังล้าง 88

4.15 เครื่องปรับอากาศในสำนักงาน 90

4.16 ข้อมูลจำนวนการใช้กระติกน้ำร้อนในโรงสีข้าว 92

4.17 ปริมาณข้าวเปลือกที่รับซื้อในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา (มกราคม 2553 - ธันวาคม 2553) 97

4.18 การทดลองใช้น้ำมันของรถตักจำนวน 20 ลิตร (ก่อนปรับปรุง) 98

4.19 คู่มือระเบียบปฏิบัติที่ใช้ประกาศในโรงงาน 101

4.20 สรุปการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนของมาตรการ
ลดการใช้พลังงาน 103

4.21 ผลผลิตข้าวนึ่งของเดือนมิถุนายน 2554 - เดือนธันวาคม 2554 ของโรงสีข้าว
จังหวัดอุตรดิตถ์ 104

4.22 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2554 - ธันวาคม2554)
ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ 105

4.23 ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2554 - ธันวาคม 2554)
ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ 106

4.24 ปริมาณการใช้แกลบในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2554 - ธันวาคม 2554)
ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ 107

4.25 ดัชนีการใช้พลังงานหลังทำโครงงาน ปี 2554 (มิถุนายน 2554 - ธันวาคม 2554) 108

4.26 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซล และแกลบ เดือนมิถุนายน -
ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554 109

4.27 สรุปผลการประหยัดพลังงาน 114

5.1 สรุปผลความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ 116

5.2 สรุปผลการประหยัดพลังงาน 118

ก.1 ชุดเตา Boiler 122

ก.2 ชุดลานสี (ขัดขาวและขัดมัน) 122

ก.3 ชุดลานสี (หัวกะเทาะข้าวเปลือก) 123

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ก.4 โรงอบเก่า 124

ก.5 อุปกรณ์ในระบบสนับสนุน 125

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 รูปแผนภาพอัตราปรกติแบบก้าวหน้า 15

2.2 ตัวอย่างใบเสร็จการคิดค่าไฟฟ้าแบบ TOU 18

2.3 หม้อแปลงไฟฟ้า 27

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้า 30

2.5 สายพานตัววี 34

2.6 สายพานแบบมีร่องและแบบซิงโครนัส 34

2.7 เครื่องอัดอากาศ 35

2.8 การเปลี่ยนทิศทางการไหล และการลดขนาดท่อเมนที่ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดัน 37

4.1 การวัดความชื้นของข้าวเปลือก 60

4.2 ถังแช่และนึ่งข้าวเปลือก 60

4.3 ถังอบข้าวลดความชื้น 60

4.4 ถังพักข้าวเปลือก 61

4.5 เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก 61

4.6 เครื่องขัดขาวข้าวสาร และขัดมัน 61

4.7 เครื่องยิงสี 62

4.8 การชั่งน้ำหนัก และการขนส่งข้าวสาร 62

4.9 เครื่องมือวัด Power Meter 64

4.10 กราฟแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนของปี 2553 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ 65

4.11 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในแต่ละเดือนของปี 2553 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ 67

4.12 กราฟแสดงปริมาณการใช้แกลบในแต่ละเดือนของปี 2553 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ 68

4.13 กราฟสัดส่วนการใช้พลังงาน 70

4.14 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า 73

4.15 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) 79

4.16 ระบบของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 80

4.17 เครื่องวัดอุณหภูมิ Infrared Thermometers 82

4.18 เครื่องปรับอากาศ 85

4.19 กาน้ำร้อน 92

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.20 ลักษณะการทำงานของกระติกน้ำร้อนใน 1 ชั่วโมง 94

4.21 รถบรรทุกข้าวสาร 95

4.22 การดันข้าวเปลือกกองรวมกันก่อนปรับปรุงกับหลังปรับปรุง 96

4.23 รถบรรทุกของชาวนา 99

4.24 การตักข้าวเปลือกของรถตัก 99

4.25 ระเบียบปฏิบัติเครื่องจักร 102

4.26 กราฟแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนของปี 2554 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ ... 105

4.27 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในแต่ละเดือนของปี 2554 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ 106

4.28 กราฟแสดงปริมาณการใช้แกลบในแต่ละเดือนของปี 2553 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ 107

4.29 กราฟการเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้า เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554 110

4.30 กราฟการเปรียบเทียบการใช้น้ำมันดีเซล เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554 111

4.31 กราฟการเปรียบเทียบการใช้แกลบ เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554 112

4.32 กราฟการเปรียบเทียบการใช้พลังงานรวม เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554 113

ข.1 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือนธันวาคม 2554 ของโรงสีข้าวส่วนที่ 1 121

ข.2 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือนธันวาคม 2554 ของโรงสีข้าวส่วนที่ 2 122

ค.1 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน กาน้ำร้อน 126

ค.2 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน สายพานลำเลียง 127

ค.3 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน มอเตอร์ไฟฟ้า 128

ค.4 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน เครื่องอัดอากาศ 129

ค.5 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน รถบรรทุก 130

ค.6 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน รถตัก 131

ค.7 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน แสงสว่างและเครื่องปรับอากาศ 132

ค.8 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน เครื่องปั๊มลม 133

ง.1 ใบตรวจระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน เครื่องปั๊มลม 135

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ง.2 ใบตรวจระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน สายพานลำเลียง 136
ง.3 ใบตรวจระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน มอเตอร์ไฟฟ้า 137
ง.4 ใบตรวจระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน การน้ำร้อน 138
ง.5 ใบตรวจระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน ระบบแสงสว่าง และเครื่องปรับอากาศ 139
ง.6 ใบตรวจระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน รถตัก 140
ง.7 ใบตรวจระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน รถบรรทุก 142

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

อุตสาหกรรมของประเทศไทยในปัจจุบันได้เจริญเติบโตขึ้นมาก ทำให้มีการแข่งขันทางด้านการตลาดกันสูงขึ้น บริษัทอุตสาหกรรมต่างๆจึงจำเป็นต้องมีการจัดการด้านต่างๆมาใช้ในการปรับปรุงการผลิตให้ลดต้นทุนมากขึ้น ซึ่งการลดพลังงานก็เป็นส่วนสำคัญของการผลิตอย่างมากและยังช่วยในเรื่องของสภาวะโลกร้อนอันเนื่องมากจากการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก

สำหรับโรงสีข้าวจำเป็นต้องใช้พลังงานความร้อนในการอบข้าวให้ได้ความชื้นเหมาะกับการสีข้าว และพลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนกระบวนการสีข้าวรวมถึงอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในโรงงานเป็นปริมาณที่สูงมากจึงทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูง

เมื่อโรงสีข้าวได้ใช้พลังงานในการผลิตเป็นจำนวนมาก ถ้าทำการอนุรักษ์พลังงานจะทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการที่โรงสีข้าวได้เข้าร่วมโครงการสามารถจัดการพลังงานนำไปสู่การการลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง และแกลบซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่จะช่วยให้ลดพลังงานได้อย่างชัดเจน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

วิเคราะห์หามาตรการประหยัดพลังงานในโรงสีข้าว เพื่อลดต้นทุนในส่วนพลังงานรวมทั้งหมด

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

มีมาตรการประหยัดพลังงานที่สามารถนำไปปฏิบัติจริงได้

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

สามารถลดค่าพลังงานต่อหน่วยผลผลิตได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ของค่าความร้อนรวม (Megajoules)

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

จัดทำมาตรการประหยัดพลังงานเฉพาะที่โรงสีข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์ เพื่อลดต้นทุนการผลิต

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

โรงสีข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2554 - มีนาคม 2555

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา												
	มี.ค. 54	เม.ย. 54	พ.ค. 54	มิ.ย. 54	ก.ค. 54	ส.ค. 54	ก.ย. 54	ต.ค. 54	พ.ย. 54	ธ.ค. 54	ม.ค. 55	ก.พ. 55	มี.ค. 55
1.8.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	←	—	→										
1.8.2 เข้าศึกษาสภาพปัญหาในโรงงานและเก็บข้อมูลก่อนทำโครงการ		←	—	→									
1.8.3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำมาตรการประหยัดพลังงาน		←	—	→									
1.8.4 นำมาตรการและระเบียบวิธีการปฏิบัติไปบังคับใช้				←	—	—	—	—	—	→			
1.8.5 ติดตามมาตรการและระเบียบปฏิบัติ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลประจำทุกเดือน				←	—	—	—	—	—	→			
1.8.6 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีชี้วัดหลังทำมาตรการประหยัดพลังงาน											←	—	→
1.8.7 เปรียบเทียบดัชนีชี้วัดก่อนทำ - หลังทำ การปฏิบัติงาน											←	—	→
1.8.8 สรุปผลและจัดทำรายงาน											←	—	— →

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

การจัดการพลังงานโดยรวมของโรงสีข้าว เพื่อการประหยัดพลังงานแล้วยังกล่าวได้อีกในใจความว่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้สูงขึ้นนั้น ได้ใช้ทฤษฎี และหลักการต่างๆ กล่าวโดยสรุปดังต่อไปนี้

2.1 ความหมายของการจัดการพลังงานโดยรวม

หมายถึง การบริหารจัดการพลังงานทั้งระบบ คือ ต้องมีการจัดการ และการบริหารองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ (การบริหารจัดการคน) และต้องมีการปรับปรุง และเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของทุกคนในองค์กร ทั้งนี้สามารถแบ่งแนวทางการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานภายในโรงงานออกเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

2.1.1 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติการและการจัดการพลังงาน

อาศัยแนวทางการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานให้ผู้ใช้ทุกคนปฏิบัติตามมาตรฐานการใช้ที่ถูกต้องและดีที่สุด รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ใช้ซึ่งประเด็นสำคัญที่สุด คือ ความร่วมมือกันของพนักงานทุกคน เริ่มตั้งแต่ผู้บริหาร ผู้จัดการ หัวหน้างานไปจนถึงผู้ปฏิบัติงานในแต่ละส่วนของโรงงาน

2.1.2 แนวทางการปรับปรุงและเพิ่มอุปกรณ์พลังงานที่จำเป็น และใช้อุปกรณ์ต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

อาศัยเทคนิคทางวิศวกรรม โดยการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่างๆ ให้สูงขึ้น หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ที่จำเป็น ใช้งานอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดให้มากขึ้น โดยต้องมีแผนการบำรุงรักษาที่ดี และเหมาะสม เพื่อรักษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ให้ดีอยู่ตลอดเวลา

2.1.3 แนวทางการนำกระบวนการผลิตใหม่ที่ประหยัดพลังงานมากกว่ากระบวนการเดิมมาใช้

ในกรณีที่โรงงานมีการใช้งานกระบวนการผลิตเดิมที่มีอยู่อย่างเต็มพิกัดแล้ว อาจจำเป็นต้องพิจารณาถึงแนวทางการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขั้นตอนในกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น โดยการเลือกใช้กระบวนการผลิตที่มีต้นทุนต่ำให้มากขึ้น หรือเปลี่ยนกระบวนการผลิตใหม่ที่ประหยัดพลังงานมากกว่ากระบวนการเดิมมาใช้

2.2 แนวทางการจัดการพลังงาน

การดำเนินการอนุรักษ์พลังงานของแต่ละหน่วยงานให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความยั่งยืน จำเป็นต้องมีระบบการจัดการพลังงานที่เหมาะสม ซึ่งคลอบคลุมถึงความมุ่งมั่นที่จะก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในหน่วยงานตนเอง ของผู้บริหารระดับสูง อันจะนำไปสู่การกำหนดนโยบาย เป้าหมาย ตลอดจนการวางแผน และการนำไปปฏิบัติให้บรรจุวัตถุประสงค์ต่อไป สำหรับการจัดการพลังงานดังกล่าวนั้น ยังเกี่ยวข้องกับองค์กรประกอบอีกหลายส่วนไม่ว่าจะเป็น คณะบุคคลที่ดำเนินงานอนุรักษ์พลังงาน ความรู้ความเข้าใจในทางทฤษฎีพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การตรวจสอบและทำการปรับปรุงแก้ไข ตลอดจนมาตรการ และระเบียบปฏิบัติการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละประเภท เป็นต้น โดยมีแนวทางการดำเนินการดั้งนี้

2.2.1 กำหนดบทบาทหน้าที่ของผู้บริหาร

ผู้บริหารระดับสูงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการสนับสนุน และผลักดันให้กิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานประสบความสำเร็จเป็นไปอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน โดยบทบาทของผู้บริหารที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

2.2.1.1 มีทัศนคติที่ดีต่อการอนุรักษ์พลังงานและแสดงเจตนารมณ์ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยประกาศนโยบายการอนุรักษ์พลังงานของบริษัทให้พนักงานทุกระดับทราบ

2.2.1.2 สนับสนุนกำลังคนและงบประมาณในการทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง

2.2.1.3 ติดตามความก้าวหน้าของกิจกรรม

2.2.1.4 สร้างแรงจูงใจในการดำเนินกิจกรรม โดยมีผลตอบแทนแก่พนักงานเมื่อสามารถดำเนินการประหยัดพลังงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

2.2.2 การกำหนดนโยบายและเป้าหมาย

นโยบายเปรียบเสมือนใบประกาศแสดงเจตนารมณ์ของผู้บริหารระดับสูง และเป็นกรอบในการดำเนินกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานเพื่อให้บุคลากรทุกฝ่ายร่วมมือกันทำกิจกรรมให้บรรลุผลตามเป้าหมาย ดังนั้นนโยบายที่ดีจะต้องแสดงความมุ่งมั่นของผู้บริหาร มีเป้าหมาย และจะต้องประกาศให้พนักงานทั้งองค์กรทราบ และที่สำคัญจะต้องมีการทบทวนนโยบายและเป้าหมายเป็นประจำทุกปี

2.2.2.1 การกำหนดนโยบาย ต้องมีความชัดเจน ง่ายต่อการเข้าใจ และมีความสอดคล้องกับสถานะปัจจุบัน และอนาคตของบริษัท สามารถปรับเปลี่ยนให้ทันต่อเหตุการณ์ และข้อมูลอยู่เสมอ

2.2.2.2 การกำหนดเป้าหมาย ควรกำหนดเป็นเชิงปริมาณ เพื่อสะดวกต่อการตรวจวัดและประเมินผล และควรอยู่ในระดับที่สูงพอที่จะกระตุ้นให้เกิดความพยายาม และมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

2.2.3 จัดตั้งทีมอนุรักษ์พลังงาน

สมาชิกควรประกอบด้วยตัวแทนจากฝ่ายต่างๆ ในองค์กร และจะต้องมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจนแก่สมาชิกในทีม โดยทีมอนุรักษ์พลังงานจะมีหน้าที่ส่งเสริมกิจกรรมอนุรักษ์พลังงาน สร้างจิตสำนึก และกระตุ้นให้พนักงานมีความร่วมมือในการดำเนินกิจกรรม และที่สำคัญ คือ ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลพลังงานสนับสนุนข้อมูลให้ผู้บริหารในการประกาศนโยบาย และเป้าหมายของบริษัทสำรวจ และวิเคราะห์ปัญหาพลังงาน กำหนดแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน เป้าหมาย แผนงาน วิธีการดำเนินงาน การแก้ไขปัญหา การติดตาม และประเมินผล ตลอดจนประชาสัมพันธ์กิจกรรม และเมื่อจัดตั้งทีมอนุรักษ์พลังงานได้แล้วผู้บริหารจะต้องประกาศโครงสร้างทีมอนุรักษ์พลังงาน และบทบาทหน้าที่ให้พนักงานทราบทั่วทั้งองค์กรด้วย

2.2.4 พัฒนาบุคลากร

การพัฒนาบุคลากรที่ดีควรทำอย่างต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์ไม่เพียงแต่ต้องการให้เรียนรู้เท่านั้นยังต้องการเปลี่ยนทัศนคติให้มีจิตสำนึก และความรับผิดชอบที่ดีต่องานที่ทำ และจะช่วยให้พนักงานเกิดแนวความคิดใหม่ๆ มีโอกาสแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น และประสบการณ์กับผู้เชี่ยวชาญและผู้เข้าอบรมอื่นๆ และมีความรู้สึกเชื่อมั่นเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ที่ตนต้องทำ ทั้งนี้การพัฒนาบุคลากรควรกระทำดังนี้

2.2.4.1 การสร้างจิตสำนึกและความรู้แก่พนักงาน สามารถดำเนินการโดยตรงหรือให้ความรู้ผ่านสื่อต่างๆ เช่น การเปิดโทรทัศน์ หรือเสียงตามสายระหว่างพักกลางวัน จัดบอร์ดประชาสัมพันธ์ และควรจัดกิจกรรมเพื่อให้พนักงานมีส่วนร่วมเสมอ เช่น การตอบปัญหาด้านการอนุรักษ์พลังงาน การจัดทำข้อเสนอ แนะด้านการอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น

2.2.4.2 อบรมความรู้ด้านเทคนิคในการประหยัดพลังงานให้แก่พนักงานแต่ละแผนกเพื่อให้พนักงานสามารถใช้เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.5 ศึกษาและคัดเลือกกิจกรรมที่เหมาะสม

2.2.5.1 การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการกำหนดดัชนี

ก. ข้อมูลที่ควรรวบรวม คือ ใบเสร็จค่าไฟฟ้า ใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง ใบเสร็จค่าน้ำ ปริมาณการผลิต และปริมาณวัตถุดิบย้อนหลังอย่างน้อย 12 เดือน เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและผลของต้นทุนการผลิตด้านพลังงานที่สูง และต่ำในแต่ละเดือน อีกทั้งยังสามารถนำไปกำหนดเป็นเป้าหมาย และดัชนีในการอนุรักษ์พลังงานได้

ข. ดัชนีการใช้พลังงาน และเป้าหมายในการลดการใช้พลังงาน ต้นทุนการผลิตของโรงงานมีอยู่มากมาย เช่น ค่าแรงงาน ค่าวัตถุดิบ ค่าซ่อมบำรุง ค่าพลังงาน เป็นต้น ดังนั้นเมื่อพลังงานเป็นต้นทุนการผลิตตัวหนึ่ง ดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานในแต่ละเดือนจะบอกให้ทราบว่าในแต่ละเดือนมีการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด และถ้านำไปเปรียบเทียบกับโรงงาน

ประเภทเดียวกันก็จะทราบว่าต้นทุนการผลิตของเราสูง หรือต่ำกว่า ถ้าต่ำกว่าแสดงว่าเราจะมีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ ลงได้ ซึ่งจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ทุกคนที่อยู่ในโรงงาน ดังนั้น หลังจากมีการปรับปรุงในการลดการสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานแล้ว ค่าเฉลี่ยดัชนีการใช้พลังงานใหม่จะลดต่ำลง

ตารางที่ 2.1 ดัชนีการใช้พลังงาน

ประเภทดัชนีการใช้พลังงาน	ความหมาย
ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า	เป็นสัดส่วนระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปริมาณการผลิต หรือต่อ ปริมาณวัตถุดิบ เช่น kWh/กระป๋อง kWh/Ton หรือ MJ/Ton เป็นต้น
ดัชนีการใช้เชื้อเพลิง	เป็นสัดส่วนระหว่างปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อปริมาณการผลิต หรือต่อปริมาณวัตถุดิบ เช่น ลิตร/กระป๋อง หรือ ลิตร/Ton หรือkg/Ton หรือ MJ/Ton เป็นต้น
ดัชนีการใช้พลังงาน	เป็นสัดส่วนระหว่างพลังงานที่ใช้รวมของทั้งโรงงานคือ นำพลังงานต่างๆ แปลงหน่วยเป็นพลังงานในหน่วยเดียวกัน เช่น MJ,kJ หรือ Btu เป็นต้น แล้วหารด้วยปริมาณการผลิต หรือปริมาณวัตถุดิบ

2.2.5.2 การรวบรวมและคัดเลือกกิจกรรมที่เหมาะสม

เทคนิคในการหาปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหา ลำดับแรกเราต้องรู้ก่อนว่าในพื้นที่มีอุปกรณ์ใดบ้างที่มีการใช้พลังงาน และประเมินสภาพการใช้งานในปัจจุบันว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้เทคนิคการ ตามหาอุปกรณ์ ตามหามาตรการ ร่วมกับ การทำกิจกรรมกลุ่มย่อย ซึ่งประกอบด้วย

ตารางที่ 2.2 การรวบรวมและคัดเลือกกิจกรรมที่เหมาะสม

กิจกรรม	แนวทางกิจกรรม
ยั้ง	การใช้ในช่วงเวลาที่ไม่จำเป็น เช่น ไม่เปิดไฟฟ้าแสงสว่างก่อน และหลังเวลาทำงาน หรือไม่มีคนทำงาน
หยุด	การใช้อุปกรณ์ส่วนที่ไม่จำเป็น เช่น ปิดไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมดในช่วงพักกลางวัน และเมื่อไม่มีการใช้งาน
ลด	ปริมาณ ความดัน อุณหภูมิ ความเร็ว ความสว่าง คุณภาพ ฯลฯ ที่เกินความจำเป็น เช่น ลดความสว่างบริเวณที่ไม่มีความจำเป็น

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) การรวบรวมและคัดเลือกกิจกรรมที่เหมาะสม

กิจกรรม	แนวทางกิจกรรม
กัน	ป้องกันไม่ให้เกิดพลังงานรั่วไหล หรือสูญเปล่าเช่น ลดช่องเปิดเพื่อลดความร้อนสูญเสียสู่บรรยากาศ
แก้ไข	ปรับปรุง ซ่อมแซม เครื่องจักรอุปกรณ์ ให้มีประสิทธิภาพสูง ปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตในเชิงประหยัดพลังงาน เช่น เปลี่ยนแผ่นโปร่งแสงบนหลังคา เป็นต้น
เก็บ	คืนพลังงานที่จะทิ้งแล้วมาใช้อีก เช่น นำความร้อนจากไอเสียมาอุ่นน้ำมันเตาแทน Heater ไฟฟ้า
เปลี่ยน	วิธีการใช้หรือชนิดหรือแหล่งของพลังงานให้เหมาะสมทั้งในทางเทคนิคและเศรษฐกิจ เช่น เปลี่ยนเกรดน้ำมันเตาให้มีความเหมาะสม การเปลี่ยนระบบไฟฟ้าในเตาอบหรือเครื่องเชื่อมมาใช้ก๊าซ
เพิ่มผลผลิต	มีผลให้การใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ลดลง เช่น การปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิต

2.2.5.3 หลักเกณฑ์การพิจารณาเพื่อคัดเลือกกิจกรรมที่เหมาะสม

การทำกิจกรรมมีทั้งมาตรการที่ไม่ต้องลงทุน และมาตรการที่ต้องลงทุน และในแต่ละมาตรการมีกิจกรรม หรือทางเลือกในการอนุรักษ์พลังงานมากมาย ดังนั้นเพื่อให้สามารถคัดเลือกกิจกรรมที่เหมาะสม และได้ประสิทธิภาพมากที่สุด จำเป็นจะต้องมีการศึกษา และพิจารณาความเป็นไปได้ และศักยภาพในการดำเนินกิจกรรม โดยพิจารณาจาก

ก. ผลการประหยัดพลังงาน กิจกรรมที่มีการประหยัดพลังงานมากจะเป็นทางเลือกที่น่าสนใจมากกว่ากิจกรรมที่ประหยัดพลังงานได้น้อยกว่า

ข. เงินลงทุนที่ใช้ กิจกรรมใดที่มีเงินลงทุนต่ำ หรือไม่จำเป็นต้องใช้เงินลงทุน แต่มีผลการประหยัดพลังงานมากถือเป็นมาตรการที่มีความน่าสนใจที่จะดำเนินการมาก

ค. ระยะเวลาคืนทุนและอายุการใช้งานของอุปกรณ์ กิจกรรมใดที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นเมื่อเทียบกับอายุการใช้งานถือเป็นมาตรการที่น่าสนใจ เนื่องจากหลังจากที่คืนทุนแล้วผลการประหยัดพลังงานที่ได้ คือ กำไร

ง. ระยะเวลาในการดำเนินการ กิจกรรมที่ดำเนินการง่าย และใช้ระยะเวลาน้อย อีกทั้งไม่กระทบกับกระบวนการผลิตของโรงงานจัดเป็นมาตรการที่น่าสนใจ

จ. กำลังคนที่ต้องใช้ กิจกรรมที่ต้องใช้คนมากมักจะเป็นกิจกรรมที่ยุ่งยาก

ฉ. ความสำคัญต่อผู้บริหาร และชื่อเสียงบริษัท บางกิจกรรมอาจจะมีผลตอบแทนที่ไม่น่าสนใจ แต่สามารถสร้างภาพลักษณ์ให้ผู้บริหาร และสร้างชื่อเสียง

ช. ความเสี่ยงของโครงการ บางกิจกรรมมีผลตอบแทนดีมาก แต่มีความเสี่ยงสูง ในแฟคเตอร์ต่างๆ อาจจะทำให้ความสำคัญลดต่ำลงได้

2.2.6 ประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือก

การกำหนดว่ากิจกรรมใด หรือทางเลือกใดควรดำเนินการก่อนหลังควรประเมินดังนี้

2.2.6.1 การประเมินเบื้องต้น สามารถทำให้เห็นลักษณะความซับซ้อนและศักยภาพเบื้องต้นของแต่ละกิจกรรม ซึ่งกิจกรรมที่เปลี่ยนวิธีทำงานได้ง่าย ลงทุนต่ำ และส่งผลกระทบต่อด้านอื่นๆ ต่ำ สามารถลงมือปฏิบัติได้ในทันที และอาจไม่จำเป็นต้องศึกษาประเมินละเอียดในขั้นต่อไป ควรได้รับการพิจารณาเป็นระดับต้น ตัวอย่างได้แก่ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม และการฝึกอบรมให้แก่พนักงาน

2.2.6.2 การประเมินทางเทคนิค สามารถทำการประเมินโดยการทดลองจริงในบางส่วนของการผลิต หรือใช้ประสบการณ์จากบริษัทอื่น หรือความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ

2.2.6.3 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์ ควรพิจารณาข้อเสนอ หรือกิจกรรมที่ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าการลงทุนมากที่สุด และมีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด วิธีการประเมินแบบง่ายและเป็นที่นิยมคือ การประเมินจากระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ซึ่งสามารถคำนวณง่ายๆ ดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (ปี)} = \frac{\text{เงินทุนทั้งหมด (บาท)}}{\text{ผลประหยัดต่อปี (บาท/ปี)}} \qquad (2.1)$$

2.2.7 จัดทำแผนการอนุรักษ์พลังงานและสร้างจิตสำนึก

หลังจากได้ข้อสรุปของทางเลือกแล้ว สิ่งสำคัญที่จะต้องทำต่อไปคือ การนำทางเลือกต่างๆ มาจัดทำเป็นแผน เพื่อที่จะนำไปปฏิบัติต่อไป แผนงานการอนุรักษ์พลังงานควรจะรวมถึงแผนการรณรงค์สร้างจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงาน โดยแต่ละแผนงานควรประกอบด้วย รายละเอียดกิจกรรม ระยะเวลาดำเนินงาน ผู้รับผิดชอบ งบประมาณ และการประเมินผล

2.2.8 ดำเนินงานตามแผนที่กำหนด

เมื่อแผนการดำเนินงานได้รับการอนุมัติจากผู้บริหาร กิจกรรมต่างๆ ในแผนการดำเนินงานจะถูกนำมาปฏิบัติโดยผู้รับผิดชอบที่ระบุไว้ในแต่ละกิจกรรมโดยความร่วมมือทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

2.2.9 ติดตามและประเมินผล

การติดตาม และประเมินผลที่ดีจะต้องทำอย่างสม่ำเสมอ และควรนำผลการประเมินไปเปรียบเทียบกับแผนการดำเนินงาน และเป้าหมายของแต่ละกิจกรรมที่กำหนดไว้รวมทั้งจะต้องมีการวิเคราะห์หาสาเหตุ และปัญหาในกรณีที่ประเมินพบว่าไม่สามารถปฏิบัติตามแผนงาน หรือเป้าหมายที่วางไว้ได้ และทบทวนปรับแผนการดำเนินงานเป็นระยะ ที่สำคัญจะต้องนำผลการประเมินที่ได้ไปติด

บอร์ด เพื่อประชาสัมพันธ์ให้พนักงานในองค์กรทราบจะได้เกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่อไป ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

2.2.9.1 การประเมินผลระยะสั้น เพื่อติดตามผลการปฏิบัติ

2.2.9.2 การประเมินผลระยะยาว เป็นการประเมินผลทั้งหมดของโครงการเพื่อการวิเคราะห์ และวางแผนงานในครั้งต่อไป

ก. การตรวจประเมินควรทำการตรวจประเมินเป็นแบบ 3 ระดับ คือ

ก.1 Self Audit เป็นการตรวจประเมินด้วยตนเองภายในกลุ่มย่อย หรือหน่วยงาน ตามแบบฟอร์มที่กำหนดให้ (ตรวจทุกเดือน)

ก.2 Section Manager Audit เป็นการตรวจประเมินโดยผู้จัดการแผนกหรือผู้จัดการส่วนที่ดูแลรับผิดชอบในหน่วยงานนั้นๆ เพื่อยกระดับมาตรฐานความเข้มข้นของการดำเนินกิจกรรมให้สูงขึ้นจากระดับปฏิบัติการ (ตรวจทุก 3 เดือน)

ก.3 Top Management Audit เป็นการตรวจประเมินโดยผู้บริหารระดับสูงขององค์กร และให้นำผลของการตรวจประเมินโดยผู้บริหารระดับสูงขององค์กรไปเป็นคะแนนสำหรับพิจารณาการปรับค่าผลตอบแทนประจำปี (ตรวจทุก 6 เดือน)

2.2.10 ดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง

การอนุรักษ์พลังงานควรบรรจุเป็นงานประจำ และแผนงานของโรงงาน เพื่อให้เกิดการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง และเป็นระบบ โดยบรรจุกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานไว้เป็นส่วนหนึ่งในนโยบายหลักของบริษัท รวมทั้งบรรจุไว้ในแผนดำเนินธุรกิจขององค์กร และหลังจากทำการประเมินผลลัพธ์ และแก้ไข ปรับปรุง ข้อบกพร่องต่างๆ ให้บรรลุตามเป้าหมายแล้ว หากแผนงานใดที่ดำเนินการไปได้ดีตามเป้าหมาย หรือเกินกว่าที่คาดไว้ ควรมีการรวบรวมไว้เพื่อเป็นแนวปฏิบัติในการกำหนด และจัดทำเป็น “มาตรฐานการทำงาน” และดำเนินการทบทวนข้อมูลเพื่อจัดเตรียมแผนงานสำหรับดำเนินกิจกรรมใหม่ๆ ต่อไป

2.3 ความหมายการประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานคือ การใช้พลังงานเท่าที่จำเป็น ใช้อย่างเหมาะสม ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการใช้พลังงานในแต่ละครั้ง และทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุด ซึ่งจะเป็นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพคือ การใช้พลังงานโดยไม่มีผลกระทบต่อการผลิต ทำให้เกิดผลดีด้านการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ลดการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นผลดีทางอ้อมในการช่วยประหยัดการใช้พลังงานของประเทศด้วย โดยหลักการพิจารณาแนวทางการประหยัดพลังงานแบ่งออกเป็น 3 ทางเลือก ดังต่อไปนี้

2.3.1 การเลือกใช้พลังงานและเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสม

การเลือกใช้ชนิดของพลังงานเชื้อเพลิงใดๆ ควรพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพ เศรษฐกิจ และเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสมกับงานมากที่สุด

2.3.2 การลดการสูญเสียและการใช้พลังงานงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้พลังงานในโรงงานทั้งพลังงานไฟฟ้า และความร้อน ควรศึกษาสภาพการใช้งานและรายละเอียดของอุปกรณ์ใช้พลังงานในโรงงาน ศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางการลดการสูญเสียเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น การเดินมอเตอร์เปล่า ลมรั่ว ท่อไอน้ำรั่ว ฉนวนความร้อนเสื่อมสภาพ เป็นต้น เพื่อใช้พลังงานงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.3.3 การนำพลังงานเหลือทิ้งที่มีคุณภาพกลับมาใช้ใหม่

เป็นการศึกษาวิเคราะห์นำพลังงานเหลือทิ้งเนื่องจากสาเหตุต่างๆ กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้ประสิทธิภาพการใช้งานเพิ่มขึ้น

2.4 การประหยัดพลังงานในโรงงาน

การประหยัดพลังงานที่ให้ได้ผลดีจะต้องเริ่มต้นที่ผู้บริหารระดับสูง มีความมุ่งมั่นในการดำเนินมาตรการต่างๆอย่างจริงจัง หน่วยงานจะต้องจัดลำดับให้กับโครงการประหยัดพลังงานมีความสำคัญในลำดับขั้นต้น และต้องให้การสนับสนุนในทุกๆด้านไม่ว่าจะเป็นงบประมาณหรือบุคลากรที่ต้องใช้ในการประหยัดพลังงานนั้น ดังนั้นจึงสมควรจัดให้การประหยัดพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของงานประจำ

เครื่องมือในการตรวจสอบติดตามผล และควบคุมการใช้พลังงาน โดยทั่วไปเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบติดตามผล และควบคุมการใช้พลังงานภายในโรงงานมีอยู่ 2 ชนิด คือ

2.4.1 สมรรถภาพพลังงานของโรงงาน (Plant Energy Performance) เป็นการชี้ให้เห็นความแตกต่างของการใช้พลังงานในอดีตและปัจจุบัน เป็นการวัดการดำเนินงาน และแผนการจัดการพลังงานว่าได้ผลเพียงใด เมื่อทำการเปรียบเทียบจะทำให้เราทราบว่าในปัจจุบันต้องใช้พลังงานเท่าไรที่จะผลิตให้ผลผลิตเท่ากับปีนี้ ถ้าใช้การทำงานแบบเดียวกับการผลิตในปีฐาน

$$\text{การใช้พลังงานเทียบกับปีฐาน} = \text{การใช้พลังงานปีฐาน} \times \frac{\text{ผลผลิตปีปัจจุบัน}}{\text{ผลผลิตปีที่เป็นฐาน}} \qquad (2.2)$$

$$\text{สมรรถภาพพลังงาน} = \frac{(\text{การใช้พลังงานเทียบกับปีฐาน} - \text{การใช้พลังงานปัจจุบัน})}{\text{การใช้พลังงานเทียบกับปีฐาน}} \times 100\% \qquad (2.3)$$

2.4.2 ดัชนีการพลังงานของโรงงานโครงการต่างๆ ในกระบวนการจัดการพลังงานจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง แนวโน้มการใช้พลังงานอาจดูได้จากดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตเท่ากับปริมาณพลังงานที่ใช้ทั้งหมดหารด้วยปริมาณผลผลิต

$$\text{ดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิต} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้ทั้งหมด}}{\text{ปริมาณผลผลิต}} \qquad (2.4)$$

2.5 ประเภทของมาตรการประหยัดพลังงาน

มาตรการต่างๆในการประหยัดพลังงาน หากพิจารณาในแง่ของการปรับปรุง หรือระดับการลงทุนโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 มาตรการ คือ

2.5.1 มาตรการบำรุงรักษาเครื่องจักร (House Keeping) เป็นมาตรการที่ไม่ต้องลงทุนเลยหรือลงทุนน้อยมาก ดำเนินการได้ง่าย เช่น การควบคุมอากาศส่วนเกิน การปรับความตึงสายพาน ปิดไฟฟ้าในตำแหน่งที่ไม่ใช้งาน ทำความสะอาดมอเตอร์ที่มีฝุ่นเกาะ เป็นต้น

2.5.2 มาตรการปรับปรุงกระบวนการผลิต (Process Improvement) เป็นมาตรการที่มีการลงทุนไม่มาก เช่น การหุ้มฉนวน การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์ การเปลี่ยนหัวเผาของหม้อไอน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และการติดตั้งกับดักไอน้ำ เป็นต้น

2.5.3 มาตรการการเปลี่ยนเครื่องจักรหลัก (Major Change of Equipment) เป็นมาตรการที่มีการลงทุนสูงโดยการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือกระบวนการผลิตใหม่ เช่น เปลี่ยนหม้อไอน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์นำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ เป็นต้น

2.6 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน (Energy Audit)

การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน เป็นการศึกษาตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานเพื่อการจัดการพลังงานอย่างถูกต้อง หาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพ หรือแนวทางประหยัดพลังงานได้โดยทั่วไปการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.6.1 การตรวจสอบการใช้พลังงานจากข้อมูลการใช้พลังงานในอดีต เป็นการรวบรวมและศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในปีก่อนๆที่ทางโรงงานจดบันทึกไว้เพื่อต้องการทราบปริมาณพลังงานทุกรูปแบบที่ใช้ ค่าใช้จ่ายพลังงานทุกรูปแบบที่ใช้ ผลผลิตที่ได้ต่อปริมาณพลังงานที่ใช้ และรูปแบบของการใช้พลังงานในแต่ละช่วง

2.6.2 การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยการเข้าสำรวจในโรงงาน ขั้นตอนแรกเป็นการสำรวจแผนผังของโรงงาน เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทั่วไปของโรงงาน กระบวนการผลิตและอุปกรณ์ พิจารณาบริเวณที่มีการใช้พลังงานสูง ระบบการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ และบริเวณที่เกี่ยวข้องและขั้นตอนการเข้าสำรวจในโรงงาน เพื่อหาตำแหน่งที่มีการสูญเสียพลังงานและต้นเหตุของการสูญเสียพลังงาน ทำการสำรวจระบบการใช้พลังงานทุกระบบ ทั้งในช่วงทำการผลิตและหยุดทำการผลิตรวมทั้งการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือวัดต่างๆ ข้อมูลที่ได้จะนำไปวิเคราะห์การใช้พลังงานต่อไป

2.6.3 การตรวจสอบและการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด ผลการตรวจสอบขั้นต้น นำข้อมูลมาวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียดโดยการทำสมดุลพลังงาน เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบอุปกรณ์ และปริมาณพลังงานสูญเสีย ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้เมื่อนำมาสร้างเป็นรูปแบบการใช้พลังงาน จะทำให้ทราบว่าจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนใดบ้าง และวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงแก้ไขคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมทั้งในด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์

2.7 การจัดการการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับอัตราค่าไฟฟ้า

การบริหารจัดการการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับโครงสร้างค่าไฟฟ้าเป็นสิ่งที่สำคัญอันดับแรกที่ผู้ใช้ไฟฟ้าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือนได้ ดังนั้นถ้าผู้ใช้ไม่รู้วิธีการบริหารจัดการการใช้ให้เหมาะสมกับอัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าสูง

2.7.1 ประเภทและอัตราค่าไฟฟ้า

การไฟฟ้ากำหนดประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าตามลักษณะของผู้ใช้ และปริมาณการใช้แยกเป็น 8 ประเภท โดยแต่ละประเภทจะใช้อัตราการคิดค่าไฟฟ้าแตกต่างกันดังนี้

ตารางที่ 2.3 ประเภทไฟฟ้าและอัตราค่าไฟฟ้า

ที่	ประเภท	อัตรา			
		ปกติ (ก้าวหน้า)	ปกติ (2 ส่วน)	ช่วงเวลาของวัน(TOD)	ช่วงเวลาของการใช้ (TOU)
1	บ้านอยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่างๆ	X			X
2	กิจการขนาดเล็ก ใช้สำหรับธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ ซึ่งมีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์	X			X

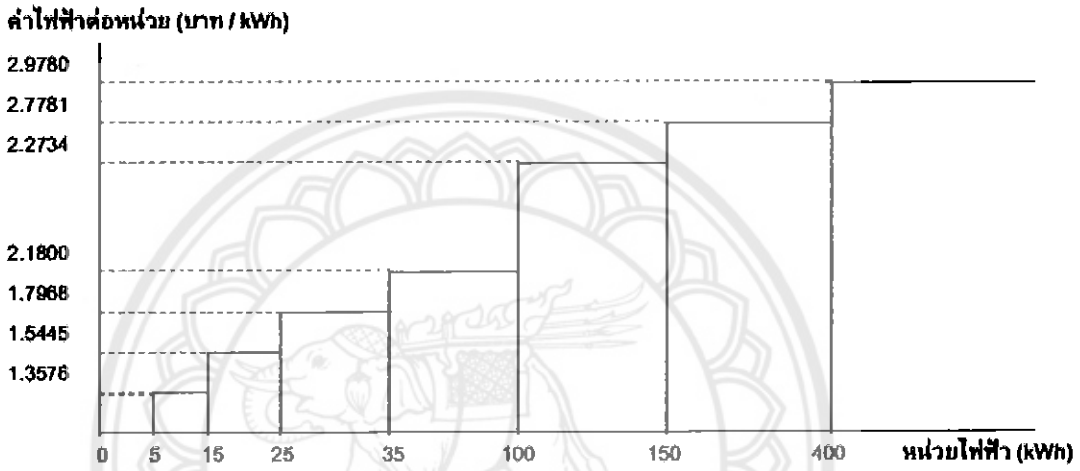
ตารางที่ 2.3 (ต่อ) ประเภทไฟฟ้าและอัตราค่าไฟฟ้า

ที่	ประเภท	อัตรา			
		ปรกติ (ก้าวหน้า)	ปรกติ (2 ส่วน)	ช่วงเวลาของวัน(TOD)	ช่วงเวลาของการใช้ (TOU)
3	กิจการขนาดกลาง ใช้สำหรับธุรกิจอุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการกิจการต่างชาติ และองค์กรระหว่างประเทศ ซึ่งมีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ตั้งแต่ 30 999 กิโลวัตต์ และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วย/เดือน		X		X
4	กิจการขนาดใหญ่ ใช้สำหรับธุรกิจอุตสาหกรรม ส่วนราชการ หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการกิจการต่างชาติ และองค์การระหว่างประเทศ ซึ่งมีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ หรือมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วย/เดือน			X	X
5	กิจการเฉพาะอย่าง ใช้สำหรับโรงแรมและกิจการให้เช่าพักอาศัยซึ่งมีค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป		X		X
6	ส่วนราชการและองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรใช้สำหรับส่วนราชการ หน่วยงานบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ซึ่งมีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดต่ำกว่า 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วย/เดือน	X			X
7	สูบน้ำเพื่อการเกษตรของส่วนราชการหรือกลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการรับรอง หรือ สหกรณ์เพื่อการเกษตร	X			X
8	ไฟฟ้าชั่วคราว เพื่องานก่อสร้างจัดงานขึ้นเป็นพิเศษชั่วคราว โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว	X			X

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

2.7.2 อัตราค่าไฟฟ้า

2.7.2.1 อัตราปกติแบบก้าวหน้า เป็นการคิดค่าไฟฟ้าที่มีราคาต่อหน่วยสูงขึ้นตามจำนวนพลังงานไฟฟ้า หรือหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ ดังนั้นเมื่อมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นค่าไฟฟ้าจะแพงขึ้น ซึ่งผู้ใช้จะต้องบริหารจัดการการใช้โดยลดการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ และใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ที่ใช้พลังไฟฟ้าสูง โดยใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือนเสียค่าบริการ 8.19 บาทต่อเดือน และใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือนเสียค่าบริการ 40.90 บาทต่อเดือน



รูปที่ 2.1 รูปแผนภาพอัตราปรกติแบบก้าวหน้า

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

2.7.2.2 อัตราปกติแบบสองส่วน เป็นการคิดค่าไฟฟ้าโดยแบ่งเป็นส่วนของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์; kW) และค่าพลังงานไฟฟ้า (หน่วย; kWh) ซึ่งทั้งสองค่าจะลดลงเมื่อระดับแรงดันไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าสูงขึ้น เช่น ซื้อที่ระดับแรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์จะมีราคาสูงกว่าที่ 69 กิโลโวลต์ ค่าความต้องการไฟฟ้าที่นำมาคิดเป็นค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในรอบเดือน โดยจะทำการบันทึกพลังไฟฟ้าทุกหนึ่งนาทีแล้วนำค่ามาเฉลี่ยในทุกๆ 15 นาที ถ้าค่าเฉลี่ย 15 นาทีใดของรอบเดือนสูงที่สุดจะนำค่านั้นมาคิดเป็นค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ดังนั้นจะต้องบริหารจัดการการใช้อุปกรณ์ไม่ให้มีการใช้งานพร้อมกัน เลือกใช้อุปกรณ์ชุดที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติแบบสองส่วน

อัตราปกติแบบสองส่วน	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)
1. แรงดันตั้งแต่ 69 kV ขึ้นไป	175.7	1.666
2. แรงดัน 12-24 kV	196.26	1.7034
3. แรงดันต่ำกว่า 12 kV	221.5	1.7314

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

2.7.2.3 อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff; TOD Tariff) เป็นการคิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดตามช่วงเวลาของวันแบ่งเป็น 3 ช่วง คือช่วง On Peak ตั้งแต่ 18.30 - 21.30 น. ของทุกวันจะคิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ช่วงเวลา Partial Peak ตั้งแต่ 08.00 - 18.30 น. จะคิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่เกินจาก On Peak ในอัตราที่ถูกกว่าช่วง On Peak และช่วง Off Peak ตั้งแต่ 21.30 - 08.00 น. จะไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ดังนั้นโรงงานจะต้องบริหารจัดการการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ให้ใช้งานในช่วง On Peak น้อยที่สุด โดยไปใช้ในช่วง Off Peak ให้มากที่สุด นอกจากนั้น ควรปรับปรุง เปลี่ยนแปลงเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้งานในช่วง On Peak ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าไฟฟ้าแบบอัตราช่วงเวลาของวัน

อัตราตามช่วงเวลาการใช้ (Time of Day ; TOU)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)			ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)
	Peak	Partial	Off Peak	
1. แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	224.3	29.91	0	1.666
2. แรงดัน 12-23 กิโลโวลท์	285.05	58.88	0	1.7034
3. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	332.71	68.22	0	1.7314
Peak : เวลา 18.30 - 21.00 น. ของทุกวัน Partial Peak : เวลา 08.00 18.30 น. ของทุกวัน (ค่าความต้องการไฟฟ้า คิดเฉพาะส่วนที่เกิน จากช่วง On Peak) Off Peak : เวลา 21.00 - 08.00 น. ของทุกวัน				

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

2.7.2.4 อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU อัตราตามช่วงเวลาการใช้ (Time of Use Tariff; TOU Tariff) เป็นการคิดค่าพลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนไปตามช่วงเวลาของวันและตามวัน แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลาการใช้งาน คือ ช่วง Peak ตั้งแต่ 09.00 - 22.00 น. ของวันจันทร์ถึงศุกร์ และช่วง Off Peak

ตั้งแต่ 22.00 - 09.00 น. ของวันจันทร์ถึงศุกร์ และตลอดทั้งวันของวันเสาร์ อาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ ดังนั้นจะต้องบริหารจัดการโดยลดการใช้งานอุปกรณ์ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ที่มีการใช้งานในช่วง Peak หรือทำการเปลี่ยนวันทำงานโดยทำงานวันเสาร์ อาทิตย์ แทนวันธรรมดา ส่วนเวลาเข้างานช่วงเช้าให้เริ่มงานเร็วขึ้น หรือเปลี่ยนเวลาทำงานโดยทำงานให้เต็มที่ช่วงกลางคืน (ค่าไฟฟ้าต่ำสุด: ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา)

ตารางที่ 2.6 แสดงค่าไฟฟ้าแบบอัตราช่วงเวลาการใช้งาน

อัตราตามช่วงเวลาการใช้ (Time of Use ; TOU)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท /หน่วย)		ค่าบริการ (บาท / เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
1. แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	74.14	3.6917	2.2507	312.24
2. แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	132.93	3.7731	2.2695	312.24
3. แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	3.9189	2.3027	312.24
Peak :วันจันทร์ - ศุกร์ 09.00 - 22.00 น Off Peak : วันจันทร์ - ศุกร์ 22.00 - 09.00 น. และวันเสาร์ วันอาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย) ทั้งวัน				

ที่มา : http://www.pea.co.th/th/rates/rates_tou_tod_ft.htm

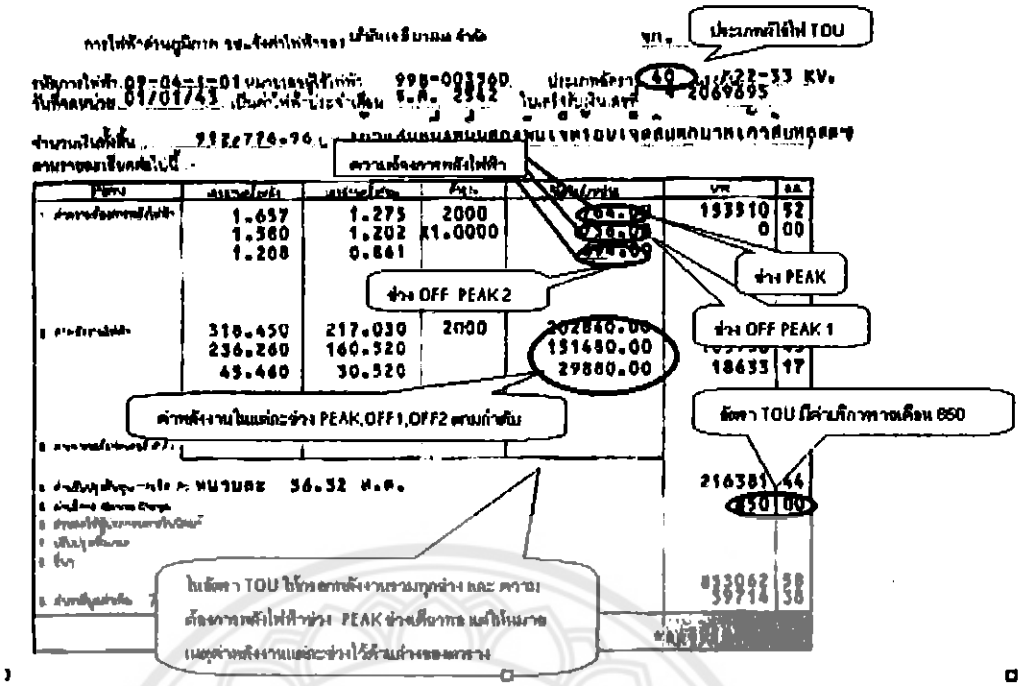
2.7.3 ส่วนประกอบค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าปัจจุบันประกอบด้วย 3 ส่วนคือค่าไฟฟ้าฐาน + ค่าไฟฟ้าผันแปร+ ภาษีมูลค่าเพิ่ม

2.7.3.1 ค่าไฟฟ้าฐาน กำหนดจากค่าลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้า สายส่งไฟฟ้า สถานีจ่ายไฟฟ้า และค่าเชื้อเพลิง ค่าไฟฟ้าฐานมีอัตราแน่นอน โดยแบ่งตามผู้ใช้ไฟฟ้า 7 ประเภทอัตราค่าไฟฟ้าฐานมีการปรับปรุงครั้งล่าสุดเมื่อปี 2534 และได้แยกภาษีมูลค่าเพิ่มออกเมื่อเดือนมกราคม 2540 ปัจจุบันยังไม่มีการปรับ ซึ่งหากมีการปรับอัตราค่าไฟฟ้าฐาน ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรี ทั้งนี้ค่าไฟฟ้าฐานจะแสดงในรายการค่าไฟฟ้าในใบเสร็จรับเงิน

2.7.3.2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) คือ ค่าไฟฟ้าที่ปรับเปลี่ยนตามต้นทุนการผลิต ระบบส่ง และระบบจำหน่าย เนื่องมาจากปัจจัยที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของการไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือน ปัจจุบันจะทำการปรับ 4 เดือนต่อครั้ง การปรับค่าไฟฟ้าผันแปรดำเนินการโดยคณะอนุกรรมการกำกับสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ ภายใต้การกำกับดูแลของคณะกรรมการพิจารณานโยบายพลังงาน ทั้งนี้ค่าไฟฟ้าผันแปรจะแสดงในช่อง Ft ส่วนเพิ่ม/ส่วนลดในใบเสร็จค่าไฟฟ้าหรือใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้า

2.7.3.3 ภาษีมูลค่าเพิ่ม คิดเป็นร้อยละ 7 ของค่าไฟฟ้าฐานรวมกับค่าไฟฟ้าผันแปร



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างใบเสร็จการคิดค่าไฟฟ้าประเภท TOU

ที่มา : http://eep.cpportal.net/

2.7.4 การคิดค่าไฟฟ้าประเภทต่างๆ

2.7.4.1 ค่าไฟฟ้าฐาน

ประกอบด้วยค่าใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าบริการ

ก. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

= ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า x อัตราค่าไฟฟ้า (2.5)

ข. ค่าพลังงานไฟฟ้า

= หน่วยการใช้ไฟฟ้า x อัตราค่าไฟฟ้า (2.6)

2.7.4.2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (ค่า Ft)

รัฐบาลประกาศปรับเปลี่ยนค่าไฟฟ้าผันแปรทุกๆ 4 เดือน โดยคำนึงถึงราคาค่าเชื้อเพลิงที่เปลี่ยนไป

= หน่วยการใช้ไฟฟ้า x ค่า Ft (2.7)

2.7.4.3 ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

= {ค่ากิโลวาร์สูงสุด - (0.6197 x ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด)

x อัตราค่ากิโลวาร์ (2.8)

2.7.4.4 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7

คิดจากยอดรวมของค่าไฟฟ้าฐานและค่าไฟฟ้าผันแปร ในอัตราตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งปัจจุบันกำหนดไว้ที่อัตราร้อยละ7

= (ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า Ft + ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์) x 7 / 100 (2.9)

2.7.5 ตัวอย่างการคิดค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU) (ระดับแรงดัน 22 33 เควิน)

ความต้องการพลังไฟฟ้า

On Peak (จันทร์ - ศุกร์ 9.00 - 22.00 น.) = 7,500 กิโลวัตต์

Off Peak 1 (จันทร์ - ศุกร์ 22.00 - 9.00 น.) = 6,000 กิโลวัตต์

Off Peak 2 (เสาร์, อาทิตย์, วันหยุดราชการ) = 5,000 กิโลวัตต์

หน่วยการใช้ไฟฟ้า

On Peak (จันทร์ - ศุกร์ 09.00 - 22.00 น.) = 400,000 หน่วย

Off Peak 1 (จันทร์ - ศุกร์ 22.00 - 9.00 น.) = 350,000 หน่วย

Off Peak 2 (เสาร์, อาทิตย์, วันหยุดราชการ) = 250,000 หน่วย

2.7.5.1 ค่าไฟฟ้าฐาน

ก. ค่าความต้องการไฟฟ้า = ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า X อัตราค่าไฟฟ้า

= 7,500 x 132.93

= 996,975.00 บาท

ข. ค่าพลังงานไฟฟ้า = หน่วยการใช้ไฟฟ้า X อัตราค่าไฟฟ้า

= (400,000 X 3.7731) + [(350,000 + 250,000) X 2.2695]

= 2,870,940 บาท

ค. ค่าบริการรายเดือน = 312.24 บาท

= 996,975.00 + 2,870,940 + 312.24

ดังนั้น รวมค่าไฟฟ้าฐาน = 3,868,227.24 บาท

2.7.5.2 ค่าไฟฟ้าฝันแปร (ค่า Ft)

(หน่วยละ - 0.06 บาท/หน่วย) = หน่วยการใช้ไฟฟ้า x ค่า Ft

= 1,000,000 X (- 0.06)

= - 60,000 บาท

2.7.5.3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม ร้อยละ7

= (ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า Ft) X 7/100

= (3,868,227.24 - 60,000) X7/100

= 266,575.91 บาท

รวมเงินที่ต้องชำระ = 3,868,227.24 - 60,000 + 266,575.91

= 4,074,803.25 บาท

2.7.6 การบริหารการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับอัตราค่าไฟฟ้า

การลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าอันดับแรกสามารถทำได้โดยการบริหารการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับอัตราค่าไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้า ซึ่งแต่ละอัตราค่าไฟฟ้าจะมีความแตกต่างกันในการคิดค่าไฟฟ้าโดยเฉพาะค่าพลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์; kW) และค่าพลังงานไฟฟ้า (หน่วย; kWh) ดังนั้นโรงงานควรนำแนวทางการลดค่าไฟฟ้าสำหรับแต่ละอัตราไปใช้ในการบริหารจัดการให้เหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 2.7 ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้าและแนวทางการลดค่าไฟฟ้าในแต่ละอัตราค่าไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้า	ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้า	แนวทางการลดค่าไฟฟ้า
1. อัตราปกติแบบก้าวหน้า	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ kWh = พลังไฟฟ้า (kW) x ชั่วโมงการใช้งาน (hr)	ลดชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าโดยการใช้เท่าที่จำเป็นและเกิดประโยชน์สูงสุด ลดพลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้า โดยการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง อุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
2. อัตราปกติแบบสองส่วน	ความต้องการพลังไฟฟ้าหรือพลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW)ค่าพลังไฟฟ้า = พลังไฟฟ้าสูงสุด (kW) x 196.26บาท/kW (ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดคิดค่าเฉลี่ยทุก 15 นาที ตลอดทั้งเดือน ที่แรงดัน 12 - 24 kV ค่าพลังไฟฟ้า 196.26 บาท/kW)	เปลี่ยนเวลาทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ไม่ให้ทำงานพร้อมกันโดยการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ หยุดการใช้งานเครื่องจักร อุปกรณ์ในช่วงเวลาที่เกิดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่สามารถหยุดการใช้งานได้โดยไม่กระทบกับเครื่องจักร อุปกรณ์อื่น ลดขนาดเครื่องจักรอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับภาระการใช้งานจริง เพราะอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่กว่าภาระจะมีการเดินและหยุดบ่อย ซึ่งการเดินแต่ละครั้งจะใช้พลังไฟฟ้ามากกว่าอุปกรณ์ขนาดเล็ก ปรับปรุงหรือเปลี่ยนเครื่องจักรอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพราะจะใช้พลังไฟฟ้าลดลง ใช้พลังงานทดแทน เช่น แสงอาทิตย์ ก๊าซ เชื้อเพลิงเหลวแทนไฟฟ้า ใช้ระบบสะสมพลังงานล่วงหน้า เพื่อทดแทนในช่วงเวลาที่มีการใช้อุปกรณ์ที่พร้อมกัน เลือกใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังไฟฟ้าต่ำ โดยการตรวจวัดพลังไฟฟ้าก่อนนำมาจัดทำแผนการใช้งาน ซื้อไฟฟ้าที่ระดับแรงดันสูงขึ้น เปลี่ยนเวลาการผลิตไปอยู่ช่วง 22.00 - 09.00 น. วันเสาร์ อาทิตย์เปลี่ยนใช้อัตรา TOU

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้าและแนวทางการลดค่าไฟฟ้าในแต่ละอัตราค่าไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้า	ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้า	แนวทางการลดค่าไฟฟ้า
	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ kWh = พลังไฟฟ้า (kW) x ชั่วโมงการใช้งาน (hr) ค่าพลังงานไฟฟ้า = พลังงานไฟฟ้า (kWh) x 1.7034บาท/kWh (ทุกช่วงเวลาราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเท่ากัน ที่แรงดัน 12 - 24 kV ค่าพลังงานไฟฟ้า 1.7034 บาท/kWh)	ลดชั่วโมงการใช้งานของอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าโดยการใช้เท่าที่จำเป็นและเกิดประโยชน์สูงสุด สลับมอเตอร์ภายในโรงงานเพื่อให้มอเตอร์รับภาระที่ 80 - 90% ของพิกัด เพราะมอเตอร์จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดการใช้งาน หรือเปลี่ยนมอเตอร์ที่มีประวัติเคยไหม้ ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง เครื่องจักร อุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เลือกใช้งานกระบวนการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ ปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิต เช่นการลดของเสีย การลดการทำซ้ำ การลดขั้นตอนการผลิต การลดเวลาในการผลิต เป็นต้น การลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในทุกขั้นตอน นำพลังงานทดแทนต่างๆ มาใช้แทนไฟฟ้า ซื้อไฟฟ้าที่ระดับแรงดันสูงขึ้น ถ้าสามารถเปลี่ยนเวลาการผลิตไปอยู่ในช่วง 22.00 - 09.00 น. และวันเสาร์ อาทิตย์ ได้ให้เปลี่ยนไปใช้อัตรา TOU
3. อัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD)	ความต้องการพลังไฟฟ้า หรือพลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW)	เปลี่ยนเวลาทำงานของเครื่องจักร อุปกรณ์ ไม่ให้ทำงานพร้อมกันในช่วง On Peak โดยการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ หยุดการใช้งานเครื่องจักร อุปกรณ์ในช่วง On Peak โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่สามารถหยุดการใช้งานได้โดยไม่กระทบกับเครื่องจักร อุปกรณ์อื่น ซึ่งอาจต้องใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้าและแนวทางการลดค่าไฟฟ้าในแต่ละอัตราค่าไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้า	ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้า	แนวทางการลดค่าไฟฟ้า
	- ช่วง On Peak เวลา 18.30 - 21.30 น. ค่าพลังไฟฟ้า = พลังไฟฟ้าสูงสุด (kW) x 285.05บาท/kW (แรงดัน12 - 24 kV) - ช่วง Partial Peak เวลา 08.00 - 18.30 น.ค่าพลังไฟฟ้า = พลังไฟฟ้าส่วนที่เกิน On Peak (kW) x 58.88 บาท/kW (แรงดัน 12 - 24 kV)	ใช้พลังงานทดแทน เช่น แสงอาทิตย์ ก๊าซ เชื้อเพลิงเหลว แทนไฟฟ้า โดยเฉพาะช่วงเวลา OnPeak และ Patial Peak ใช้ระบบสะสมพลังงานล่วงหน้าเพื่อทดแทนในช่วง On Peak เช่น Ice Storage Battery ใช้ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าอื่น เดินชดเชยในช่วงเวลา On Peak ลดขนาดอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับภาระการใช้งานจริงเพราะอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่กว่าภาระจะมีการเดินและหยุดบ่อย การเดินแต่ละครั้งจะใช้พลังไฟฟ้ามากกว่าอุปกรณ์ขนาดเล็ก ปรับปรุงหรือเปลี่ยนเครื่องจักร อุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพราะจะใช้พลังไฟฟ้าลดลง เลือกใช้งานกระบวนการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ที่มีการใช้พลังไฟฟ้าต่ำ โดยการตรวจวัดพลังไฟฟ้าก่อนนำมาจัดทำแผนการใช้งาน ซื้อไฟฟ้าที่ระดับแรงดันสูงขึ้น
	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ kWh = พลังไฟฟ้า (kWh) x ชั่วโมงการใช้งาน (h) ค่าพลังงานไฟฟ้า = พลังงานไฟฟ้า (kWh) x 1.7034 บาท/kWh (ทุกช่วงเวลาราคาค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยเท่ากับที่แรงดัน 12 - 24 kV ค่าพลังงานไฟฟ้า 1.7034 บาท/kWh)	ลดชั่วโมงการใช้งานของอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าโดยการใช้เท่าที่จำเป็นและเกิดประโยชน์สูงสุด สลับมอเตอร์ภายในโรงงานเพื่อให้มอเตอร์รับภาระที่ร้อยละ 80 - 90 ของพิกัด เพราะมอเตอร์จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดการใช้งาน หรือเปลี่ยนมอเตอร์ที่มีประวัติเคยไหม้ ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง เครื่องจักร อุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เลือกใช้งานกระบวนการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ ทีมีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้าและแนวทางการลดค่าไฟฟ้าในแต่ละอัตราค่าไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้า	ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้า	แนวทางการลดค่าไฟฟ้า
		ปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิต เช่นการลดของเสีย การลดการทำซ้ำ การลดขั้นตอนการผลิต การลดเวลาในการผลิต เป็นต้น การลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในทุกขั้นตอน นำพลังงานทดแทนต่างๆ มาใช้แทนไฟฟ้า ซื้อไฟฟ้าที่ระดับแรงดันสูงขึ้น ถ้าสามารถเปลี่ยนเวลาการผลิตไปอยู่ในช่วง 22.00 - 09.00 น. และวันเสาร์ อาทิตย์ ได้ให้เปลี่ยนไปใช้อัตรา TOU
4. อัตราตามช่วงเวลาการใช้ (TOU)	ความต้องการพลังไฟฟ้าหรือพลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW) - ช่วง Peak เวลา09.00 - 22.00 น. ของวันจันทร์ - ศุกร์ = พลังไฟฟ้าสูงสุด (kW) x 132.93 บาท/kW (แรงดัน 12 - 24 kV) - ช่าง Off Peak เวลา 22.00 - 9.00 น. วันจันทร์ - ศุกร์ และทั้งวันของวัน เสาร์ 3 อาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ	เปลี่ยนเวลาทำงานของเครื่องจักร อุปกรณ์ไม่ให้ทำงานพร้อมกันในช่วงเวลา On Peak (09.00 - 22.00 น.) โดยการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ เปลี่ยนวันหยุดงานจากวันเสาร์ อาทิตย์ เป็นวันธรรมดา(จันทร์ - ศุกร์) บริหารการใช้งาน เครื่องจักร อุปกรณ์ในช่วงเวลา On Peak โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่สามารถหยุดการใช้งานได้เป็นช่วงๆ โดยไม่กระทบกับเครื่องจักรอุปกรณ์อื่น ซึ่งอาจใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ ติดตั้งระบบ Cogeneration หรือระบบ Power Generation เพื่อใช้ในช่วง Peak ติดตั้งอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้ตัด Peak ในช่วง Peak เช่น พลังงานที่เก็บไว้ในแบตเตอรี่ หรือระบบกักเก็บความเย็น เป็นต้น

4552
ม.ร.ม. ส/ร
19 ก.ย. 2561

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้าและแนวทางการลดค่าไฟฟ้าในแต่ละอัตราค่าไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้า	ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้า	แนวทางการลดค่าไฟฟ้า
		ลดขนาดเครื่องจักร อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับภาระการใช้งานจริง เพราะอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่กว่าภาระ จะมีการเดินและหยุดบ่อย ซึ่งการเดินแต่ละครั้งจะใช้พลังไฟฟ้ามากกว่าอุปกรณ์ขนาดเล็ก ปรับปรุงปรับปรุง หรือเปลี่ยนเครื่องจักร อุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพราะอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นจะใช้พลังไฟฟ้าลดลง เลือกใช้งานกระบวนการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ที่มีการใช้พลังไฟฟ้าต่ำ โดยการตรวจวัดพลังไฟฟ้าก่อนนำมาจัดทำแผนการใช้งาน ซื้อไฟฟ้าที่ระดับแรงดันสูงขึ้น
	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ kWh = พลังไฟฟ้า (kW) x ชั่วโมงการใช้งาน (hr) - ช่วง Peak เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ถึงวันศุกร์ = พลังงานไฟฟ้า (kWh) x 2.6950 บาท/kWh (แรงดัน12 - 24 kV) - ช่วง Off Peak เวลา 22.00 - 09.00 น.วันจันทร์ถึง วันศุกร์ และทั้งวันของวันเสาร์ ถึงวันอาทิตย์และวันหยุดราชการตามปกติ	ลดชั่วโมงการใช้งานของอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าโดยการใช้เท่าที่จำเป็นและเกิดประโยชน์สูงสุดในช่วง Peak เวลา 09.00 - 22.00 น. ของวันจันทร์ ถึงวันศุกร์ เปลี่ยนเวลาการใช้งานอุปกรณ์หรือกระบวนการผลิตที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากไปอยู่ในช่วง Off Peak เวลา 22.00 - 09.00 น. ของวันจันทร์ ถึงวันศุกร์ เปลี่ยนวันทำงานจากวันจันทร์ถึงศุกร์เป็นวันเสาร์ อาทิตย์ เพราะเป็นช่วงเวลา Off Peak สลับมอเตอร์ภายในโรงงานเพื่อให้มอเตอร์รับภาระที่ ร้อยละ 80 - 90 ของพิกัด เพราะมอเตอร์จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดการใช้งาน หรือเปลี่ยนมอเตอร์ที่มีประวัติเคยไหม้ ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง เครื่องจักร อุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้าและแนวทางการลดค่าไฟฟ้าในแต่ละอัตราค่า

อัตราค่าไฟฟ้า	ตัวประกอบที่ส่งผลต่อค่าไฟฟ้า	แนวทางการลดค่าไฟฟ้า
		เลือกใช้งานกระบวนการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ ปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิต เช่น การลดของเสีย การลดการทำซ้ำ การลดขั้นตอนการผลิต การลดเวลาในการผลิต เป็นต้น การลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในทุกขั้นตอน ซื้อไฟฟ้าที่ระดับแรงดันสูงขึ้น

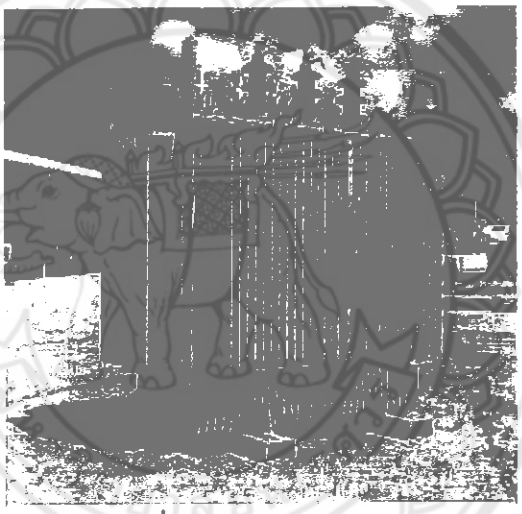
ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

2.8 แนวทางการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์และเครื่องจักรกลต่างๆ

อุปกรณ์และเครื่องจักรกลหลักๆ ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ หม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า ระบบอัดอากาศ ระบบทำความร้อน ระบบทำความเย็น และระบบแสงสว่าง เป็นต้น อุปกรณ์และเครื่องจักรเหล่านี้ มีใช้ในโรงสีข้าวเช่นกัน ดังนั้น เทคนิคต่างๆ ในที่นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอาคารได้

2.8.1 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่ใช้แปลงระดับไฟฟ้าจากแรงดันสูงเป็นแรงดันต่ำ หรือแปลงแรงดันจากแรงดันต่ำเป็นแรงดันสูงตามความต้องการใช้งานเพื่อให้การดำเนินการประหยัดพลังงานในหม้อแปลงไฟฟ้ามีประสิทธิภาพ ควรมีความเข้าใจถึงการสูญเสียพลังไฟฟ้าในหม้อแปลงก่อน



รูปที่ 2.3 หม้อแปลงไฟฟ้า

ที่มา : http://www2.dede.go.th/bhrd/old/dataenergy/DocEnergy/energy%20saving%20technogy6.htm

2.8.1.1 การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าประกอบด้วย

ก. พลังงานไฟฟ้าสูญเสียในขณะที่ไม่มีโหลด (No Load Losses) คือพลังงานฟ้าสูญเสียในส่วนแกนเหล็ก ขึ้นอยู่กับค่าแรงดันไฟฟ้ายกกำลังสอง การสูญเสียจะเกิดขึ้นตลอดเวลาถ้ามีการต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยไม่ขึ้นอยู่กับโหลด

ข. พลังงานไฟฟ้าสูญเสีย (Load Losses) คือพลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปเนื่องจากความต้านทานของขดลวดขณะที่หม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายโหลด

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงจะมีค่าสูงสุดเมื่อพลังงานไฟฟ้าสูญเสียไม่มีโหลดเท่ากับพลังงานไฟฟ้าเนื่องจากโหลด

ตารางที่ 2.8 ประสิทธิภาพของหม้อแปลงประสิทธิภาพสูงกับหม้อแปลงธรรมดา

อัตรา (กิโลโวลต์แอมแปร์)	กิโลโวลต์/โวลต์	ธรรมดา			ประสิทธิภาพสูง		
		สูญเสียขณะไม่มีโหลด (วัตต์)	สูญเสียเมื่อมีโหลด (วัตต์)	ประสิทธิภาพ (%)	สูญเสียขณะไม่มีโหลด (วัตต์)	สูญเสียเมื่อมีโหลด (วัตต์)	ประสิทธิภาพ (%)
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 : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

2.8.1.2 แนวทางประหยัดพลังงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

ตารางที่ 2.9 แนวทางในการประหยัดพลังงานหม้อแปลงไฟฟ้า

แนวทางในการประหยัดพลังงาน	มาตรการที่ดำเนินการ
ลดการสูญเสียขณะไม่มีโหลด	ปลดหม้อแปลงเมื่อไม่ใช้งานเป็นเวลานาน ใช้หม้อแปลงให้เหมาะสม ปรับแรงดันให้เหมาะสม ใช้หม้อแปลงประสิทธิภาพสูง
ลดการสูญเสียเมื่อมีโหลด	ลดพลังไฟฟ้าสูงสุด ใช้หม้อแปลงประสิทธิภาพสูง เลือกขนาดหม้อแปลงให้เหมาะสมกับ Load Factor ยุบรวมหม้อแปลงที่มีโหลดน้อย ปรับปรุงค่า Power Factor
เพิ่มค่า Load Factor	ลดพลังไฟฟ้าสูงสุด
ลดชั่วโมงการทำงาน	วางแผนการทำงานให้เหมาะสม
ปรับปรุงค่า Power Factor	ติดตั้งคาปาซิเตอร์ ใช้ซิงโครนัสมอเตอร์

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

2.8.1.3 การใช้หม้อแปลงไฟฟ้า ให้ประหยัดพลังงานจะต้องคำนึงถึง

ก. การใช้หม้อแปลงให้มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ การทำให้กำลังงานสูญเสียขณะไม่มีโหลดเท่ากับกำลังงานสูญเสียเมื่อมีโหลด อย่างไรก็ดี โหลดในโรงงานจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงเป็นการยากที่จะทำให้การสูญเสียดังกล่าวเท่ากัน ดังนั้นวิธีที่สะดวกที่สุดคือการเลือกใช้หม้อแปลงประสิทธิภาพสูง

ข. การลดการสูญเสียขณะไม่มีโหลด จะขึ้นอยู่กับขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า วิธีการจะลดการสูญเสียนี้ได้แก่

ข.1 ปลดหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่ใช้งาน เช่น ในวันหยุด (ปลดวงจรทั้งด้านไฟแรงสูงและแรงต่ำ) จะลดการสูญเสียขณะไม่มีโหลดลงได้

ข.2 การใช้หม้อแปลงประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะมีค่าการสูญเสียน้อยกว่าหม้อแปลงธรรมดา

ข.3 การใช้หม้อแปลงให้เหมาะสมกับโหลด โดยการย้ายโหลดหม้อแปลงดังกล่าวในตอนต้น การใช้หม้อแปลงไฟฟ้าให้เหมาะสม ควรจ่ายโหลดอยู่ในช่วงร้อยละ 60 - 80 ของขนาดพิกัด ดังนั้นควรตรวจสอบโหลดของหม้อแปลงแต่ละตัวว่าทำงานอยู่ในช่วงดังกล่าวหรือไม่ หากไม่ใช่ควรจัดการแบ่งโหลดของหม้อแปลงเสียใหม่

ค. การปรับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสม แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายด้านแรงต่ำจะขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าด้านแรงสูง ซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมนั้น จะต้องเท่ากับพิกัดแรงดันไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ อย่างไรก็ดี อุปกรณ์ไฟฟ้าจะติดตั้งอยู่ในตำแหน่งต่างๆ ที่ห่างจากบัสบาร์ไม่เท่ากัน จึงทำให้แรงดันไฟฟ้าแต่ละจุดไม่เท่ากัน ควรพิจารณาจากแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ไกลที่สุดเป็นหลัก ให้แรงดันมีค่าเป็น 380 โวลต์ (โดยการปรับแทปที่หม้อแปลงไฟฟ้า)

2.8.2 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้าเป็นส่วนมากในโรงงานอุตสาหกรรม มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ชนิดเหนี่ยวนำเป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้กันมากที่สุด ในขณะที่มอเตอร์กระแสสลับชนิดซิงโครนัส (Synchronous) มักใช้สำรับงานที่ต้องการความเร็วรอบเดียวที่แน่นอน ส่วนมอเตอร์กระแสตรงมักใช้กับกรณีที่ปรับความเร็วรอบได้ โดยใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์โดยปรับความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ จึงทำให้มอเตอร์เหนี่ยวนำถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย

รูปที่ 2.4 มอเตอร์ไฟฟ้า
ที่มา : โรงสีข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์

2.8.2.1 การสูญเสียในมอเตอร์ประกอบด้วย

ก. การสูญเสียในขณะที่ไม่มีโหลด (NO Load Losses) คือ มีค่าคงที่ขึ้นกับโหลด ประกอบด้วยการสูญเสียในแกนเหล็ก (Core Loss) กับการสูญเสียจากแรงลม และแรงเสียดทาน การสูญเสียในแกนเหล็ก สัดส่วนร้อยละ 16 ของพลังงานสูญเสียทั้งหมดที่เกิดจากพลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็กที่ไหลอยู่ในแกนเหล็ก และพลังงานสูญเสียที่เกิดจากกระแสไหลวนในแกนเหล็ก การสูญเสียจากแรงลม และแรงเสียดทานสัดส่วนร้อยละ 14 ของพลังงานสูญเสียทั้งหมดเกิดจากแรงเสียดทานทั้งหมดในตลับลูกปืน และแรงตานของครีบระบายอากาศที่ตัวมอเตอร์

ข. การสูญเสียเนื่องจากโหลด (Load Losses) เป็นพลังงานที่สูญเสียเพิ่มตามขนาดของโหลด ประกอบด้วยการสูญเสียที่สเตเตอร์ (Stator) การสูญเสียที่โรเตอร์ (Rotor) การสูญเสียจากภาระการใช้งาน (Stray Loss) โดยการสูญเสียที่สเตเตอร์ สัดส่วนร้อยละ 33 ของพลังงานสูญเสียทั้งหมดอยู่ในรูปความร้อนเกิดจากกระแสไหลผ่านขดลวดที่ตัวอยู่กับที่หรือสเตเตอร์ และการสูญเสียที่โรเตอร์ สัดส่วนร้อยละ 15 อยู่ในรูปของความร้อนที่เกิดจากกระแสไหลวนขดลวดที่ตัวหมุนหรือ โรเตอร์

ค. การสูญเสียจากภาระการใช้งาน สัดส่วนร้อยละ 22 เกิดจากความถี่ในแกนแม่เหล็กที่โรเตอร์ ค่ากระแสไหลวนในขดลวดที่สเตเตอร์ ค่าความสูญเสียจากกระแสฮาร์โมนิกในตัวนำของโรเตอร์ขณะที่มีโหลด ค่าสนามแม่เหล็กรั่วไหลที่เกิดจากกระแสโหลด

2.8.2.2 แนวทางประหยัดพลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

การใช้พลังงานจะขึ้นอยู่กับกำลังทางกลที่ต้องการใช้งาน ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง ประสิทธิภาพของมอเตอร์ ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ (ถ้ามี) และชั่วโมงการใช้งานของมอเตอร์

ตารางที่ 2.10 แนวทางในการลดการใช้พลังงานในมอเตอร์

แนวทางในการประหยัดพลังงาน	มาตรการที่ควรดำเนินการ
ลดกำลังทางกลหรือโหลดทางกลให้ต่ำที่สุด	เปลี่ยนใบพัดหอผึ่งน้ำจากโลหะเป็นไฟเบอร์กลาส ลดอัตราการไหลของน้ำเย็น ซ่อมจุดรั่วไหลของอากาศอัด เลือกขนาดเครื่องจักรให้เหมาะสม ลดโหลดที่ไม่จำเป็นลงโดยการบำรุงรักษา เลือกเดินเครื่องจักรให้มีจำนวนที่เหมาะสมกับโหลดหรือควบคุมความเร็วรอบเพื่อให้เหมาะสมกับโหลดที่มีการเปลี่ยนแปลง
เพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์/ระบบทางกล	เลือกเดินชุดที่มีประสิทธิภาพสูง ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ ลดขนาดปั๊มและพัดลมให้เหมาะสม ตรวจสอบ/บำรุงรักษาเพื่อลดการสูญเสียทางกลของเครื่องจักร
เพิ่มประสิทธิภาพการส่งกำลัง	ปรับความตึงของสายพาน ใช้สายพานประสิทธิภาพสูง เปลี่ยนสานพานที่ชำรุด
เพิ่มประสิทธิภาพมอเตอร์	ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ลดขนาดมอเตอร์ให้เหมาะสม ระบายความร้อนของมอเตอร์
เพิ่มประสิทธิภาพอินเวอร์เตอร์ (ถ้ามี)	เลือกอินเวอร์เตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงกำลังสูญเสียต่ำ
ลดเวลาทำงานของมอเตอร์	หยุดมอเตอร์ที่เดินตัวเปล่า

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

ก. การหยุดมอเตอร์ที่ไม่ใช้งาน

พนักงานมักไม่หยุดเครื่องจักรเนื่องจากเกรงว่าเมื่อเริ่มเดินมอเตอร์อีกครั้งจะใช้พลังงานมากขึ้น หรือทำให้มอเตอร์ชำรุดเร็วขึ้น โดยทั่วไปแล้วการหยุดมอเตอร์จะประหยัดพลังงานสูงกว่าการเดินทิ้งไว้ อย่างไรก็ตามการหยุด และเดินติดต่อกันทันที จะทำให้เกิดความร้อยสะสมในมอเตอร์ และการสึกหรอที่แบริ่ง

ข. การลดภาระทางกล

กำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องการขึ้นกับภาระทางกลของมอเตอร์ ถ้าภาระทางกลสูงมอเตอร์จะต้องใช้กำลังไฟฟ้ามาก ดังนั้นการลดภาระทางกลของมอเตอร์ให้ต่ำที่สุดจะสามารถประหยัดพลังงานในมอเตอร์ได้อย่างมาก

ข.1 การลดความเสียดทานในระบบ เช่น การเดินท่อส่งจ่ายที่ใหญ่ขึ้น การเปลี่ยนแบริ่งให้ความฝืดลดลง

ข.2 การซ่อมท่อลมที่มีการรั่วไหล

ข.3 การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่หมุนให้มีน้ำหนักเบา หรือขนาดเล็กลง เช่น เปลี่ยนใบพัดของหอผึ่งน้ำจากโลหะเป็นไฟเบอร์กลาส การปรับปรุงแกนลูกด้ายในโรงงานปั่นทอให้มีน้ำหนักเบา

ข.4 การลดอัตราการไหลหรือแรงดันที่สูงเกินความต้องการ

ค. การใช้งานมอเตอร์ให้เหมาะสมกับภาระ

เมื่อภาระของมอเตอร์ลดลง ประสิทธิภาพของมอเตอร์จะต่ำลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อภาระลดลงต่ำกว่าร้อยละ 40 ของพิกัด เนื่องจากเมื่อภาระลดลง กำลังสูญเสียส่วนหนึ่งยังคงที่ เช่น กำลังสูญเสียในแกนเหล็ก กำลังสูญเสียจากพัดลมระบายความร้อนท้ายมอเตอร์ ดังนั้นควรเลือกใช้งานมอเตอร์ให้เหมาะสมกับภาระ ร้อยละของภาระเทียบกับพิกัดควรจะสูงกว่า 60 หากพบว่าภาระต่ำ ควรปรับปรุงให้การใช้งานมอเตอร์เหมาะสมกับโหลดมากขึ้น โดยสับเปลี่ยนมอเตอร์ที่มีอยู่ให้มอเตอร์มีขนาดเล็กลง จะลดกำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องการลงได้ ทั้งนี้ควรตรวจวัดกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้มอเตอร์นานพอสมควร เนื่องจากบางกระบวนการภาระจะเพิ่มขึ้นเป็นบางช่วงเวลา

ง. การปรับความเร็วรอบของมอเตอร์

โหลดประเภทแรงบิดผันแปร เช่น ปั๊ม หรือพัดลม กำลังไฟฟ้าที่ใช้จะแปรผันตามความเร็วรอบกำลังสาม ดังนั้นหากใช้ความเร็วรอบสูงกว่าความจำเป็นมากจะทำให้ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น หรือมีการใช้วาล์วหรือแดมเปอร์หรี่เอาไว้ในกรณี เช่นนี้ควรปรับลดความเร็วรอบของเครื่องจักรลงมายังจุดที่เหมาะสม จะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ ร้อยละ 15 - 20 ในการปรับความเร็วรอบเครื่องจักรทำได้ 2 วิธี ตามลักษณะการใช้งานดังนี้

ง.1 การใช้งานที่ต้องการความเร็วคงที่ ในลักษณะนี้เป็นการปรับแบบตายตัว สามารถใช้วิธีลดขนาดพู่เล่ ติดตั้งเกียร์ลดความเร็ว การใช้มอเตอร์ 2 ความเร็วซึ่งใช้เงินลงทุนไม่มาก

ง.2 การใช้งานที่ความเร็วไม่คงที่ เช่น ปรับความเร็วรอบให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการในกรณีนี้สามารถทำได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ หรืออินเวอร์เตอร์ จ่ายไฟให้มอเตอร์เพื่อให้ทำงานที่ความเร็วรอบที่ต้องการ

จ. การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

มอเตอร์ที่รับภาระค่อนข้างมากและทำงาน 24 ชั่วโมง หากประสิทธิภาพไม่ดีจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามาก เช่นมอเตอร์ที่ชำรุด หรืออายุการใช้งานนานนับ 10 ปี ปัจจุบันมีการ

พัฒนาให้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยปรับปรุงแกนเหล็ก และขดลวดให้กำลังสูญเสียต่ำลง ตารางที่ 2.11 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของมอเตอร์ธรรมดากับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง โดยเฉลี่ยมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะมีประสิทธิภาพสูงกว่ามอเตอร์ธรรมดาประมาณร้อยละ 3 และมีราคาสูงกว่าร้อยละ 25 - 30 ในกรณีที่เป็นการจัดหามอเตอร์ใหม่ หรือมอเตอร์เดิมชำรุด การเลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะคืนทุนภายในระยะเวลา 2 ปี จึงมีความคุ้มค่ามาก

ตารางที่ 2.11 ประสิทธิภาพของมอเตอร์ธรรมดาและมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ขนาดมอเตอร์ (แรงม้า)	ประสิทธิภาพมอเตอร์ธรรมดา (ร้อยละ)	ประสิทธิภาพมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (ร้อยละ)
7.5	84.8	89.5
10	85.6	89.5
15	87.4	91
20	88.3	91
30	89.8	92.4
40	90.4	93
50	91	93

หมายเหตุ ค่าประสิทธิภาพทดสอบตามมาตรฐาน IEEE 112B

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

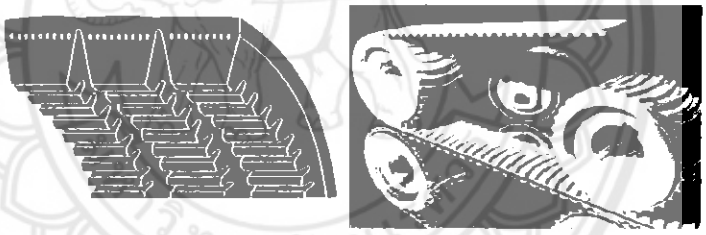
ฉ. การใช้สายพานประสิทธิภาพสูง

ในการส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังอุปกรณ์มีหลายวิธี เช่น ต่อโดยตรง ผ่านเกียร์ ใช้พู่เล่สานพาน การใช้งานพู่เล่สายพานคิดเป็นร้อยละ 30 ของวิธีการทั้งหมด เนื่องจากง่าย และค่าใช้จ่ายต่ำ แต่การส่งกำลังด้วยสายพานมีการสูญเสียค่อนข้างสูง เนื่องจากสลิปของสายพานกับเพลา และความร้อนในตัวสายพาน สายพานตัววี ที่ใช้กันทั่วไปหากมีการบำรุงรักษาปรับความตึงเป็นระยะจะมีประสิทธิภาพในช่วงร้อยละ 95 - 98 และหากไม่มีการดูแลประสิทธิภาพจะลดลงถึงร้อยละ 5 ค่าประสิทธิภาพกลางของสายพานที่ใช้งานกันในโรงงานอยู่ที่ร้อยละ 93

รูปที่ 2.5 สายพานตัววี

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

ปัจจุบันมีการพัฒนาสายพานส่งกำลังที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เมื่อนำมาใช้งานกับมอเตอร์ขนาดใหญ่ประสิทธิภาพดีขึ้นร้อยละ 2 - 3 ทำให้เกิดผลประหยัดพลังงานมาก เช่น โรงงานรีดเหล็กที่มีการใช้ไฟฟ้าในมอเตอร์ขับชุดรีดถึงร้อยละ 70 ประสิทธิภาพการส่งกำลังที่ดีขึ้นร้อยละ 2 - 3 จะลดการใช้ไฟฟ้าทั้งโรงงานลงได้ร้อยละ 1 - 1.5 สายพานส่งกำลังที่มีประสิทธิภาพสูงที่มีในท้องตลาด ได้แก่



สายพานแบบมีร่อง สายพานแบบซิงโครนัส

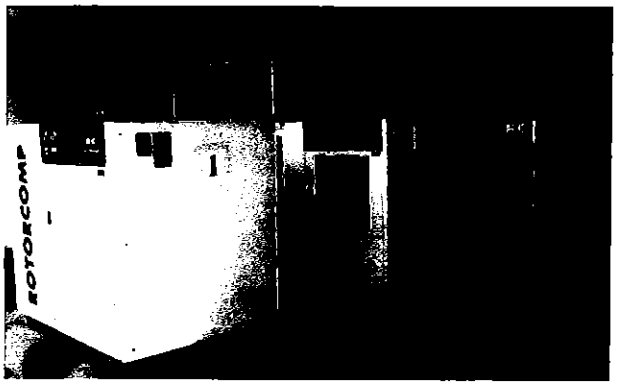
รูปที่ 2.6 สายพานแบบมีร่องและแบบซิงโครนัส

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

ฉ.1 สายพานแบบมีร่อง (Cogged Belt) สายพานจะมีร่องตามแนวขวาง ทำให้โค้งงอได้ตามเส้นรอบ วงเพลา และลดแรงเสียดทาน สามารถใช้กับพู่เล่เดิม สายพานแบบมีร่องนี้จะทำให้ประสิทธิภาพการส่งกำลังเพิ่มขึ้นร้อยละ 2

ฉ.2 สายพานแบบซิงโครนัส (Synchronous Belt) เพลา และสายพานมีฟันเป็นซี่คล้ายเกียร์ การส่งกำลังไม่ได้ใช้ความเสียดทานจึงไม่เกิดสลิป ทำให้ประสิทธิภาพสูงถึงร้อยละ 97 - 99 และไม่ลดลงเมื่อแรงบิดสูงขึ้นบำรุงรักษาน้อย ทำงานได้ในที่ที่ลื่น หรือมีไอน้ำมัน ข้อเสีย คือมีเสียงดังและไม่เหมาะกับโหลดที่กระชาก

2.8.3 ระบบอัดอากาศ



รูปที่ 2.7 เครื่องอัดอากาศ

ที่มา : โรงสีข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์

การลดการสูญเสียในระบบอากาศอัดทำได้ทั้งแบบไม่มีการลงทุน ขั้นลงทุนเล็กน้อย และขั้นลงทุนสูงคือปรับปรุงระบบและเลือกใช้เครื่องอัดอากาศประสิทธิภาพสูง การใช้พลังงานจะขึ้นอยู่กับกำลังภาระทางกลที่ต้องการใช้งานประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง ประสิทธิภาพของมอเตอร์ รวมถึงประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ (กรณีเครื่องอัดอากาศที่ควบคุมโดยอินเวอร์เตอร์) และชั่วโมงการใช้งาน

ตารางที่ 2.12 แนวทางการประหยัดพลังงานของระบบอัดอากาศ

แนวทางการประหยัดพลังงาน	มาตรการที่ดำเนินการ
การลดกำลังทางกลหรือโหลดทางกลให้ต่ำที่สุด	การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ การปรับปรุงท่อเมนส่งจ่ายอากาศอัด การลดแรงดันในการผลิตอากาศอัดที่เครื่องผลิต การลดการรั่วไหลของอากาศอัด การจัดโหลดเครื่องอัดอากาศ การใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงในระบบอัดอากาศ บำรุงรักษาชุดกรองและจุดกรองต่างๆ ในระบบอัดอากาศ ลดพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมของการใช้อากาศอัด ใช้นอซเซิลที่มีขนาดเล็กลง หรือเป็นชนิดประหยัดพลังงาน ใช้ชุดกรองที่มีความดันสูญเสียต่ำ การลดขนาดเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสม ไม่ใช้เครื่องอัดอากาศที่มีขนาดใหญ่เกินไป การปรับการเปิดวาล์วอากาศเข้าให้เหมาะสม การใช้เครื่องอัดอากาศขนาดใหญ่แทนเครื่องขนาดเล็กหลายๆ เครื่อง การเลือกขนาดถังเก็บอากาศอัดที่เหมาะสม
การเพิ่มประสิทธิภาพการส่งผ่านกำลัง	การปรับตั้งสายพานส่งกำลัง การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ
การเพิ่มประสิทธิภาพมอเตอร์	การเลือกใช้เครื่องอัดอากาศที่ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
การเพิ่มประสิทธิภาพอินเวอร์เตอร์	การเลือกอินเวอร์เตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง การเลือกอินเวอร์เตอร์ที่มากับเครื่อง
การลดเวลาทำงานของเครื่องอัดอากาศ	การหยุดเครื่องอัดอากาศ การเลือกเครื่องอัดอากาศที่เหมาะสมกับโหลด การลดการเดินตัวเปล่าของเครื่องอัดอากาศ

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

2.8.3.1 การลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ

อุณหภูมิของอากาศที่ต่ำย่อมมีความหนาแน่นของอากาศมากกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิสูง และเมื่ออัดเข้าไปแล้วย่อมได้เนื้ออากาศอัดที่มากกว่าเช่นกัน ปกติโรงงานจะติดตั้งเครื่องอัดอากาศเป็นศูนย์รวมหลายๆ ชุด หากมีการต่อท่อดักช์ระบายความร้อนทิ้งออกนอกอาคารไม่เหมะสมจะการระบายความร้อนของระบบอัดอากาศไม่ดีพอ ทางโรงงานควรพิจารณาในการปรับปรุงระบบระบายความร้อนเพื่อนำความร้อนออกนอกห้องเครื่องอัดอากาศ

2.8.3.2 การปรับปรุงท่อเมนส่งจ่ายอากาศอัด

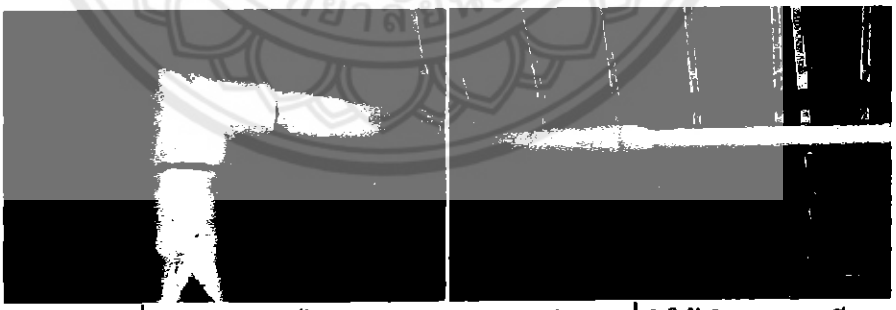
ผู้ออกแบบจะออกแบบระบบท่อเมนที่เหมาะสมกับเครื่องจักรในตอนนั้น แต่เมื่อเศรษฐกิจของโรงงานดีขึ้น มีการขยายเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ความต้องการปริมาณอากาศอัดมากขึ้น ทางโรงงานก็มักแก้ปัญหาโดยซื้อเครื่องอัดอากาศเพิ่มแต่มิได้คำนึงถึงขนาดท่อเมนส่งจ่ายอากาศอัด ว่ามีความเหมาะสม หรือเพียงพอกับสภาวะการจ่ายอากาศอัด หรือไม่สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการสูญเสียความดัน

ก. แรงเสียดทานระหว่างอากาศกับผนังท่อ

ข. การเปลี่ยนทิศทางการไหล

ค. การเปลี่ยนความเร็วของอากาศอัด

เนื่องจากการเพิ่ม หรือลดขนาดท่อการปรับปรุงท่อเมนส่งจ่ายอากาศอัดนอกจากจะลดการสูญเสียความดัน แล้วยังสามารถลดการใช้พลังงานลงได้หากเราทำการปรับปรุงท่อเมนแล้วควรลดแรงดันที่เครื่องอัดอากาศลง เพราะการลดแรงดันในการผลิตอากาศอัดลงทุกๆ 1 bar จะสามารถลดพลังงานลงได้ ร้อยละ 7 - 11 หรือ 2 psi จะสามารถลดพลังงานลงได้ร้อยละ 1



รูปที่ 2.8 การเปลี่ยนทิศทางการไหล และการลดขนาดท่อเมนที่ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดัน

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

2.8.3.3 การลดแรงดันในการผลิตอากาศอัด

โรงงานมักจะเข้าใจผิดว่า การผลิตแรงดันอากาศอัดที่ความดันสูงๆ แล้วให้เครื่องหยุดพักในลักษณะแบบไร้โหลด จะทำให้เครื่องได้หยุดพัก และใช้พลังงานน้อยลง ซึ่งก็เป็นความจริง

เครื่องอัดอากาศที่ทำงานในลักษณะไร้โหลดเป็นการที่มอเตอร์กินไฟแต่มิได้จ่ายอากาศอัดออกมา อุปกรณ์ที่ใช้อากาศอัดทั่วๆ ไป มีความต้องการอากาศอัดที่ความแรงดัน 4 - 5 บาร์เท่านั้น หากอุปกรณ์ใดมีการใช้อากาศอัดที่ความดันสูงกว่านี้จะถูกจัดไว้เป็นอุปกรณ์พิเศษ ควรจะแยกระบบออกไป หรือใช้บู๊ตเตอร์เพรสเซอร์ (Pressure Booter) เพื่อเพิ่มแรงดันอากาศอัดเฉพาะเป็นจุดๆ ไม่ควรผลิตอากาศอัดที่แรงดันสูง เพื่อรองรับอุปกรณ์ที่ใช้ความดันพิเศษเพียงบางจุด

ก. ประโยชน์ของการลดแรงดัน

ก.1 ช่วยลดการใช้พลังงาน โดยทั่วไปการลดแรงดันในการผลิตอากาศอัดลง 1 bar จะลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 7.25 หรือลดแรงดันลงทุกๆ 2 psi ประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 1 สำหรับสำหรับเครื่องอัดอากาศทั่วไป

ก.2 ช่วยลดการสูญเสียเนื่องจากการรั่วไหล เนื่องจากแรงดันอากาศอัดที่สูงย่อมรั่วไหลในปริมาณที่สูง

ก.3 ช่วยลดการใช้อุปกรณ์ปรับลดแรงดันก่อนการใช้งาน กรณีแรงดันสูงกว่าความต้องการ

ก.4 เมื่อลดแรงดันในการผลิตลงส่งผลให้เครื่องอัดอากาศสามารถผลิตอากาศอัดได้มากขึ้น

ข. ขั้นตอนการลดแรงดันในการผลิต

ข.1 สำรวจการใช้แรงดันอากาศอัดทุกๆ จุดที่มักเกิดปัญหาเมื่อแรงดันตก เพื่อทำการแก้ไข

ข.2 สำรวจความต้องการแรงดันอากาศอัดของเครื่องจักร ว่าต้องการแรงดันสูงสุดเท่าไร ก่อนการปรับลดแรงดันเพื่อมิให้มีผลกระทบต่อการผลิต

ข.3 สำรวจรอยรั่วไหลของอากาศอัด แล้วทำการซ่อมรอยรั่วเสีย เพื่อลดปัญหาแรงดันตก

ข.4 การปรับลดแรงดันควรเป็นแบบลักษณะค่อยๆ ลด เช่น ลดจาก 7.5 บาร์ มาที่ 7 บาร์ โดยพยายามลดลงคราวละประมาณ 0.5 บาร์ หรือน้อยกว่านี้ถ้าเครื่องสามารถปรับได้

2.8.3.4 การลดการรั่วไหลของอากาศอัด

หากทดสอบการรั่วไหลแล้วอัตราการรั่วเกินกว่าร้อยละ 5 โรงงานควรดำเนินการแก้ไขโดยด่วน ประโยชน์ของการลดการรั่วไหลของอากาศอัด

ก. สดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

ข. ลดปัญหาแรงดันอากาศตก

ค. ลดการใช้งานของเครื่องอัดอากาศ

ง. ลดต้นทุนการใช้พลังงานในส่วนของระบบอัดอากาศ

ตำแหน่งการรั่วไหลที่มักพบบ่อยๆ เช่น วาล์ว, หน้าแปลน, ข้อต่อท่อต่างๆ, จุดต่อเข้าเครื่องจักร, หัวต่อสาย และตำแหน่งที่รั่วมักจะรั่วซ้ำๆ จุดเดิมอาจเนื่องมาจากการยืดท่อที่ไม่

แข็งแรง หรือบริเวณใช้งานมีการเคลื่อนไหว หรือการต่อสายท่ออ่อนไม่ถูกต้อง เป็นต้น การรั่วมีอยู่ 2 ลักษณะ คือการรั่วตรง และการรั่วซึม ส่วนมากจะเป็นรั่วซึมมากกว่า เพราะการรั่วซึม สังเกตได้ยาก เสียงเบาส่วนการรั่วตรงส่วนใหญ่จะพบที่จุดควบคุมนิวเมตริก เช่น การรั่วไหลของวาล์วคอนโทรล หรือชุดปรับลดแรงดันก่อนเข้าอุปกรณ์

2.8.3.5 ปรับปรุงถังเก็บอากาศอัด(ถังเล็ก)เพื่อการประหยัดพลังงาน

ในที่นี้จะพูดถึงกรณีถังเก็บอากาศเล็ก ถังขนาดความจุมากๆ ไม่มีข้อเสียเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานแต่มีข้อเสียในเรื่องการลงทุน หากเราเลือกขนาดของถังที่เหมาะสมกับโหลดแล้วจะประหยัดพลังงานลงได้และชะลอการซื้อเครื่องอัดอากาศ ประโยชน์ของถังเก็บอากาศอัด

ก. เก็บอากาศอัดและลดการกระเพื่อมของแรงดันอากาศอัดจากคอมเพรสเซอร์

ข. สามารถชดเชยความต้องการของโหลดในลักษณะ Peak Load ได้

ค. ช่วยลดการตัดต่อของคอมเพรสเซอร์ที่บ่อยเกินไป

ง. ช่วยระบายความร้อนของอากาศอัด และเป็นจุดกลั่นตัวของน้ำและน้ำมัน

2.8.3.6 การจัดโหลดเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับความต้องการ

คือการวางแผนการใช้เครื่องอัดอากาศ

ก. มีประโยชน์ คือ

ก.1 เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องให้เหมาะสมกับความต้องการ

ก.2 เพื่อการประหยัดพลังงานโดยการเลือกเครื่องมาใช้งานตามความเหมาะสม

ก.3 ลดปัญหาการเดินตัวเปล่าของเครื่องอัดอากาศและการเดินเครื่องซ้ำซ้อน

ก.4 เพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบ

ข. ขั้นตอนการจัดโหลดเครื่องอัดอากาศ

ข1. ควรให้เครื่องที่มีกำลังการผลิตมากกว่า เป็นตัวหลักในการทำงานและเครื่องขนาดรองลงเป็นตัวเสริมโหลด

ข.2 เลือกเดินเครื่องที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดเป็นตัวหลัก เพราะจะใช้พลังงานน้อยกว่า

ข.3 ใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติควบคุมการทำงานเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการจัดการโหลด

ข.4 ควรทราบปริมาณอากาศอัดในแต่ละช่วงเวลาเพื่อการวางแผนการเดินเครื่อง เช่น ในช่วงเวลากลางคืนความต้องการปริมาณอากาศอาจลดลง ควรเลือกเดินเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมโหลดตามช่วงเวลา

2.8.3.7 การลดพฤติกรรมการใช้อากาศอัดที่ไม่เหมาะสม

โดยต้องห้ามหรือลดการกระทำดังต่อไปนี้

ก. การนำเอาอากาศอัดไปใช้ในการเป่าทำความสะอาดพื้น

ข. การนำเอาอากาศอัดไปใช้เป่าระบายความร้อน เป่าฝุ่นตัวเอง ทางโรงงานควรขอความร่วมมือจากพนักงานให้งดการใช้โดยเด็ดขาด หากแรงดันตก อาจก่อให้เกิดผลเสียต่อกระบวนการผลิตอย่างมหาศาล

ค. การนำเอาอากาศอัดไปใช้เป่าระบายความร้อนเครื่องจักร ซึ่งก็เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมเช่นกัน ก่อนหน้านี้ใช้พัดลมโบเวอร์เป่า ภายหลังขยายพื้นที่ในการเป่าทำให้ลมไม่พอจึงดัดแปลงมาใช้อากาศอัดแทน หากเป็นเช่นนี้เพิ่มโบเวอร์จะดีกว่า

ง. การใช้ท่อยางเป่าโดยตรงโดยไม่ใช้ปืนลม การใช้อากาศอัดเป่าทำความสะอาดชิ้นงานในตำแหน่งที่ทำความสะอาดได้ยาก ควรจะพิจารณาในการใช้ปืนลมแทน โดยปกติการใช้อากาศอัดในการเป่าทำความสะอาดจะควบคุมความดันไม่เกิน 3 บาร์ ขนาดรูของปืนลม 2 mm

จ. การนำอากาศอัดไปเป่าชิ้นงาน ซึ่งดัดแปลงแทนการใช้กระเดื่องเขี่ย เป็นการดัดแปลงที่ไม่เหมาะสม หากเป็นระบบที่ติดกับเครื่องจักร จะมีชุดควบคุมเป็นแบบอัตโนมัติซึ่งมีการควบคุมที่ดี แต่ถ้าเป็นการดัดแปลงจากพนักงานดังรูป ชิ้นงานไม่มีก็เป่าอยู่ตลอดเวลา เกิดการสูญเสียอย่างมาก

ฉ. การลืมปิดวาล์วหรือปิดวาล์วไม่สนิทของพนักงาน (พนักงานหักท่อสายยางแทนการปิดวาล์ว) หัวหน้าจะต้องแนะนำ หรือคอยย้ำเตือนพนักงานบ่อยๆ เพื่อให้เกิดจิตสำนึกที่ดีในการประหยัดพลังงาน

2.8.3.8 การเลือกใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง

ก. ปืนลมประสิทธิภาพสูง คือ การออกแบบให้มีความสูญเสียแรงดันต่ำและใช้ปริมาณอากาศอัดไม่มาก และสามารถถอดเปลี่ยนหัวได้หลายขนาด ปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพหน้างาน และช่วยลดการใช้ปริมาณอากาศอัด

ข. หัว Nozzle ประสิทธิภาพสูง ปัจจุบันก็มีการผลิตออกมาหลากหลายชนิดตามลักษณะงาน เช่น งานเป่าโบเป่าเป็นเกลียว หรือเป่าพ่น ซึ่งช่วยลดการใช้พลังงานในระบบอัดอากาศลงได้เป็นอย่างมาก

ค. การเลือกใช้ Booster เพื่อเพิ่มแรงดันในระบบที่ต้องการแรงดันอากาศอัดที่สูงกว่าเครื่องจักรอื่นๆ เราสามารถเลือกใช้บู๊ตเตอร์แทนซึ่งจะดีกว่าการผลิตแรงดันที่สูงดังที่เคยกล่าวไว้แล้ว บู๊ตเตอร์จะมี 2 แบบ คือ แบบธรรมดาสามารถผลิตแรงดันออกมาได้ 2 เท่า ของแรงดันที่ป้อนเข้าไป และแบบปั๊มบู๊ตเตอร์ สามารถผลิตแรงดันอากาศอัดได้ประมาณ 5 - 6 เท่า ของแรงดันที่ป้อนเข้า ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่ต้องการใช้

ง. การเลือกใช้เครื่องอัดอากาศประสิทธิภาพสูง เป็นทางเลือกสุดท้ายสำหรับระบบผลิตอากาศอัด

จ. การเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบกับเครื่องอัดอากาศ ในการผลิตอากาศอัด เพื่อไม่ให้เครื่องอัดอากาศทำงานในสภาวะไร้โหลด เครื่องควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์จะช่วยการควบคุมให้มอเตอร์หมุน และผลิตอากาศอัดออกมาอย่างต่อเนื่อง สิ่งสำคัญในการพิจารณา คือ

จ.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

จ.2 ปริมาณของพลังงานที่ประหยัดได้

จ.3 ควรติดตั้งเครื่องควบคุมความเร็วรอบไว้ที่เครื่องอัดอากาศตัวเสริมโหลดเท่านั้น เพราะตัวเดินโหลดหลักไม่มีโอกาสทำงานในลักษณะไร้โหลด

จ.4 ควรจะเป็นเครื่องอัดอากาศที่ทำงานในลักษณะ (Load-Unload)

จ.5 โหลดอยู่ในช่วงมากกว่าร้อยละ 30 - 75 และค่าเฉลี่ยของการผลิตสะสมผู้ผลิตจะแนะนำอยู่ในช่วงไม่เกิน 15 วินาที

2.8.3.9 การนำความร้อนทิ้งจากเครื่องอัดอากาศกลับมาใช้

พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องอัดอากาศใช้นั้นจะแปรเป็นรูปพลังงานสองส่วน คือ แปรเป็นรูปพลังงานอากาศอัด และพลังงานความร้อน ซึ่งพลังงานความร้อนนี้สามารถที่จะนำกลับมาใช้ได้ถึงร้อยละ 94 เมื่อเทียบกับพลังงานที่ปลายเพลา ที่เหลือเป็นพลังงานความร้อนแค่ร้อยละ 2 และเป็นพลังงานอากาศอัด ร้อยละ 4 พลังงานความร้อนที่ปล่อยทิ้งสามารถนำกลับมาใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น

ก. การนำมาอุ่นน้ำป้อนหม้อไอน้ำ

ข. การนำกลับมาอุ่นอากาศเพื่อใช้ในการอบหรือให้ความร้อน

ค. การนำมาแลกเปลี่ยนทำน้ำอุ่น

2.8.4 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศใช้ในสำนักงานเพื่อทำให้อุณหภูมิพอเหมาะแก่การทำงาน มักใช้ระบบแยกส่วน ส่วนอุตสาหกรรมบางประเภทมีการใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสม และเพื่อระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์หรือเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

2.8.4.1 แนวทางประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

ในการลดการใช้พลังงานจะต้องทำการตรวจวินิจฉัยและวิเคราะห์ในแต่ละปัจจัยแล้วจัดลำดับความสำคัญจากปัจจัยที่ใช้พลังงานมากที่สุด เพราะจะทำให้เกิดการประหยัดพลังงานได้มาก ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศมีดังนี้

ตารางที่ 2.13 แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

แนวทางการประหยัดพลังงาน	มาตรการที่ดำเนินการ
ลดภาระการปรับอากาศ จากภายนอกและภายในให้เหลือน้อยที่สุด	ลดพื้นที่ผนังโปร่งแสงทางทิศตะวันตก ตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้ ใช้อุปกรณ์บังแดด เช่น กันสาดหรือต้นไม้ ติดตั้งฟิล์มกันความร้อน เลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อนกับผนังทึบ ลดการนำอากาศภายนอกเข้าและลดการนำอากาศภายในออก ปรับตั้งอุณหภูมิในพื้นที่ปรับอากาศให้สูงที่สุด ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศ ปรับปรุงระบบแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง นำอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดความร้อนออกจากห้องปรับอากาศ หุ้มฉนวนอุปกรณ์ที่มีอุณหภูมิสูง ลดพื้นที่ปรับอากาศ
เพิ่มสัมประสิทธิ์สมรรถนะให้สูงที่สุด	ควบคุมปริมาณสารทำความเย็นในระบบให้เหมาะสม ทำความสะอาดพื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นกับน้ำหรืออากาศ ควบคุมปริมาณน้ำหรืออากาศให้ไหลผ่านขดท่อแลกเปลี่ยนความร้อนในอัตราที่เหมาะสม เพิ่มขนาดพื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อน ปรับตั้งหรือเลือกใช้ลิ้นลดความดันที่มีขนาดเหมาะสม ปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นให้สูงขึ้น ใช้น้ำหรืออากาศที่มีอุณหภูมิต่ำเข้าระบายความร้อน ใช้น้ำระบายความร้อนแทนอากาศ ใช้เครื่องอัดที่มีประสิทธิภาพสูง ควบคุมคุณภาพน้ำระบายความร้อน
เพิ่มประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ขับคอมเพรสเซอร์ให้สูงที่สุด	คอมเพรสเซอร์ขนาดเล็ก เมื่อมอเตอร์ไหม้หรือมีอายุการใช้งานมากกว่า 5 ปี ควรเปลี่ยนใหม่โดยใช้คอมเพรสเซอร์ประสิทธิภาพสูง

ตารางที่ 2.13 (ต่อ) แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

แนวทางการประหยัดพลังงาน	มาตรการที่ดำเนินการ
	คอมเพรสเซอร์ขนาดใหญ่ควรซ่อมมอเตอร์ไม่เกิน 3 ครั้ง เพราะมอเตอร์ไหม้แต่ละครั้งประสิทธิภาพจะลดลงประมาณร้อยละ 4 อัดจารบีหรือสารหล่อลื่นเป็นประจำ เปลี่ยนลูกปืนเมื่อหมดอายุการใช้งาน เปลี่ยนไปใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
เพิ่มประสิทธิภาพระบบส่งกำลังระหว่างเครื่องอัดสารทำความเย็นกับมอเตอร์ให้สูงที่สุด	ปรับความตึงสายพานให้เหมาะสม เปลี่ยนสารพานเมื่อหมดอายุการใช้งาน ใส่สายพานให้ครบตามจำนวนที่ออกแบบ เลือกใช้สายพานที่มีประสิทธิภาพสูง
ลดชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ	เปิดใช้งานให้ช้าลง (Optimum Start) ปิดก่อนเลิกงานเล็กน้อย (Optimum Stop) ปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาไม่ใช้งาน ปิดเครื่องปรับอากาศช่วงพักกลางวัน ลดจำนวนเครื่องปรับอากาศเมื่อภาระการปรับอากาศต่ำ
ลดพลังไฟฟ้าที่ใช้กับอุปกรณ์ประกอบของระบบปรับอากาศ (Power of Auxiliary) เช่น ปั๊มน้ำ หอผึ่งเย็น เครื่องส่งหรือจ่ายลมเย็น	เปิดใช้งานในจำนวนที่เหมาะสม เลือกใช้งานอุปกรณ์ชุดที่มีประสิทธิภาพสูงเป็นหลัก ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ใช้งานอุปกรณ์ในจุดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบกับปั๊มหรือพัดลม ทำความสะอาดอุปกรณ์ เช่น ฟิลเตอร์และท่อน้ำ
ลดชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์ประกอบระบบปรับอากาศ	ควบคุมเวลาการเปิดเครื่องส่งจ่ายลมเย็นโดยไม่เปิดก่อนเวลาทำงานนานเกินไป และปิดทันทีเมื่อเลิกงาน ปิดเครื่องส่งจ่ายลมเย็นในเวลาที่ไม่มีการใช้งาน

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

2.8.5 ระบบแสงสว่าง (Lighting System)

2.8.5.1 หลักการให้แสงสว่าง

มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ

ก. เพื่อให้การทำงานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ไฟส่องโต๊ะทำงาน

ข. ช่วยสร้างความปลอดภัย เช่น ไฟตามแนวรั้ว

ค. เพื่อความสวยงามและสร้างบรรยากาศที่เหมาะสม เช่นไฟส่องรูปภาพ

2.8.5.2 วิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสมแบ่งเป็น 3 วิธี คือ

ก. การให้แสงสว่างทั่วพื้นที่ เป็นวิธีการให้แสงสว่างจากโคมไฟที่ติดตั้งกระจายอย่างสม่ำเสมอบนเพดานทำให้มีความสว่างเกือบเท่ากันตลอดพื้นที่ ข้อดี คือ ออกแบบได้ง่ายไม่จำเป็นต้องทราบตำแหน่งทำงานที่แน่นอน และสามารถย้ายตำแหน่งที่ทำงานได้อย่างอิสระ ข้อเสียคือเป็นวิธีการให้แสงสว่างที่สิ้นเปลืองพลังงานสูง

ข. การให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ เป็นวิธีการให้แสงสว่างโดยการออกแบบให้สอดคล้องกับการทำงานในแต่ละพื้นที่จึงทำให้ประหยัดพลังงานกว่าวิธีแรก ข้อเสีย คือ ทำให้การย้ายตำแหน่งพื้นที่ทำงานไม่อิสระ เหมาะสำหรับโรงงานที่มีกระบวนการผลิตที่ติดตั้งตายตัว หรือไม่มีการโยกย้ายตำแหน่ง

ค. การให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่ง เป็นวิธีการให้แสงสว่างที่ประหยัดพลังงานที่สุดและเสริมสำหรับงานที่ต้องการปริมาณแสงในระดับสูงให้สำหรับผู้ปฏิบัติงานสูง หรือสายตาผิดปรกติ โดยการติดตั้งโคมไฟในบริเวณที่อยู่ใกล้ผู้ทำงาน หรือชิ้นงานเพื่อให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการ แต่ต้องควบคุมทิศทาง และความสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสบายในการใช้สายตา

2.8.5.3 แนวทางประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง

ตารางที่ 2.14 แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง

แนวทางการประหยัดพลังงาน	มาตรการที่ดำเนินการ
ลดกำลังไฟฟ้าที่ใช้	ลดแรงดันไฟฟ้าการส่องสว่าง เปลี่ยนบัลลาสต์จากแกนเหล็กธรรมดาเป็นบัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์ หรือเป็นแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง ใช้หลอดไฟประสิทธิภาพสูง
ลดปริมาณของแสงจากแหล่งกำเนิด	ลดจำนวนหลอดไฟเพื่อลดแสงสว่างที่มากเกิน ใช้แสงสว่างเฉพาะจุด หรี่แสงโดยใช้ระบบควบคุมที่เหมาะสม

ตารางที่ 2.14 (ต่อ) แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง

แนวทางการประหยัดพลังงาน	มาตรการที่ดำเนินการ
ลดพื้นที่ในการใช้แสง	เน้นแสงสว่างเฉพาะจุดที่ทำงาน ตรวจสอบและลดพื้นที่ใช้แสง
เพิ่มปริมาณการกระจายแสง	เลือกใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง
เพิ่มประสิทธิภาพการส่องสวาง	เปลี่ยนใช้หลอดประสิทธิภาพสูง พิจารณาประสิทธิภาพการสะท้อนแสงไปยังพื้นที่ใช้งาน
ปรับปรุงประสิทธิภาพการ บำรุงรักษา	การตรวจสอบและการทำความสะอาด การเปลี่ยนหลอดไฟตามระยะเวลา
ชั่วโมงการทำงานลดให้มีค่าต่ำลง	การใช้แสงธรรมชาติตอนกลางวัน การปิดหลอดไฟที่ไม่จำเป็น การใช้ระบบควบคุมแสงสว่างที่เหมาะสม

ที่มา : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552

ก. การใช้แสงธรรมชาติตอนกลางวัน

วิธีการนำแสงแดดมาใช้งาน มีดังนี้

ก.1 การออกแบบใช้ช่องแสงที่ดีโดยการใช้วัสดุที่มีความโปร่งแสง หรือกึ่งโปรงแสง มาเป็นฝ้าเพดานหลอกทำให้มีแสงสว่างที่ดี และไม่มีความจ้า และยังช่วยสกัดความร้อนจากแสงธรรมชาติออกด้วย

ก.2 ควรใช้แสงธรรมชาติจากหน้าต่างด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ควรจะมีการออกแบบที่ดี และหลีกเลี่ยงการเกิดแสงจ้า และควรใช้แผ่นบังแสงด้วยเพื่อให้ได้แสงธรรมชาติโดยที่ไม่มีแสงจ้า

ข. การลดจำนวนหลอดไฟเพื่อลดแสงสว่างที่มากเกิน

ค. การเน้นแสงสว่างเฉพาะจุดที่ทำงาน

หมายถึง การให้แสงสว่างแก่พื้นที่ที่กำลังใช้ทำงานอยู่ โดยใช้หลอดที่ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ ในขณะที่บริเวณอื่นๆ ยังได้รับแสงสว่างในปริมาณน้อยอยู่ เช่น หลอดไฟที่ติดตั้งกับเครื่องจักรหรือโต๊ะทำงาน

ง. การลดแรงดันไฟฟ้าการส่องสว่าง

ผลกระทบของการผันแปรของแรงดันไฟฟ้าต่อแสงสว่างที่เกิดขึ้นและปริมาณการใช้พลังงานสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ความผันแปรที่คล้ายกันสังเกตได้จากหลอดไฟแบบปล่อยประจุอื่นๆ เช่น หลอดไอปรอท หลอดเมทัลฮาไลด์ และหลอดไอโซเดียม ดังนั้น การลดแรงดันไฟฟ้าแสงสว่างสามารถประหยัดพลังงานได้เช่นกัน ในหลายๆ พื้นที่สายส่งจะมีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติ

ดังนั้น การลดแรงดันไฟฟ้าจึงสามารถประหยัดพลังงาน และสามารถผลิตแสงสว่างได้ตามอัตราที่กำหนด

จ. การเปลี่ยนบัลลาสต์จากแกนเหล็กธรรมดาเป็นบัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์

จ.1 ต้องเลือกซื้อชนิดของบัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ถ้าใน 1 วันมีการเปิด ปิดไฟ มากกว่า 5 ครั้ง ควรเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีการจุดติดหลอดเป็นแบบ อุ่นหลอด (Preheat Start) เพราะจะทำให้ประหยัดเงินมากกว่า ถ้าใน 1 วันมีการเปิด - ปิดไฟน้อยกว่า 5 ครั้ง ควรเลือกใช้ชนิดที่มีการจุดติดหลอดแบบ ติดทันที (Instant Start)

จ.2 ต้องเลือกบัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์ให้ถูกต้องตามขนาด เช่น 18 วัตต์ 36 วัตต์ เป็นต้น ตรงกับชนิดของไฟที่ใช้ ควรเลือกบัลลาสต์ที่ผ่านการตรวจสอบ และรองรับตามมาตรฐานสากล เปรียบเทียบคุณสมบัติอื่นเช่น อายุการใช้งาน อัตราการเสียพลังงาน และควรเลือกบัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์ที่มีคุณสมบัติพื้นฐานดังนี้

จ.2.1 มีวงจรที่สามารถกรองไฟฟ้าจากภายนอกที่จ่ายให้กับบัลลาสต์หรือกรองผลกระทบทางไฟฟ้าที่บัลลาสต์สร้างที่เราเรียกว่า ฮาร์โมนิกส์ (Harmonics)

จ.2.2 ต้องมีวงจรกรองหรือควบคุมการรบกวนคลื่นวิทยุ (RFI) และสนามแม่เหล็ก (EMI)

จ.2.3 ต้องมีวงจรที่สามารถรับรู้สภาพความเป็นไปของหลอดไฟ หรือตัวบัลลาสต์เอง และสามารถปรับตัวให้วงจรไฟฟ้าแสงสว่างมีความสมบูรณ์ที่สุด

ฉ. การเปลี่ยนบัลลาสต์จากแกนเหล็กธรรมดาเป็นบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง

ช. การเปลี่ยนใช้หลอดประสิทธิภาพสูง

ซ. การเลือกใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

2.9 การนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่

โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานความร้อน มักจะมีความร้อนที่ใช้ไม่หมด แล้วปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศ ส่งผลให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ดังนั้นโรงงานควรสำรวจแหล่งของความร้อนที่ปล่อยทิ้งแล้วหาแนวทางนำกลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนการใช้พลังงานความร้อนลดต่ำลง

2.9.1 ความหมายของความร้อนเหลือทิ้ง

พลังงานความร้อนที่ปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศหลังจากผ่านการใช้ประโยชน์แล้วซึ่งอาจอยู่ในรูปอากาศก๊าซ น้ำ หรือของเหลวอื่นที่มีอุณหภูมิสูงกว่าบรรยากาศ

2.9.2 ประเภทและคุณภาพของความร้อนเหลือทิ้ง

2.9.2.1 ความร้อนเหลือทิ้งคุณภาพสูง มีอุณหภูมิในช่วง 600 - 1,600 องศาเซียลเซส มักเป็นความร้อนทิ้งในรูปก๊าซไอเสียจากเตาเผา เหมาะที่จะนำ ไปใช้กับระบบผลิตกำลัง (Power Generation) ระบบผลิตกำลังงาน และความร้อนร่วม (Cogeneration) ระบบผลิตความเย็นแบบดูดกลืน (Absorption Chiller) หรือนำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตโดยตรง เช่น อุ่นวัตถุดิบ หรืออุ่นอากาศ เป็นต้น

2.9.2.2 ความร้อนเหลือทิ้งคุณภาพปานกลาง มีอุณหภูมิในช่วง 200 - 600 องศาเซียลเซส มักเป็นความร้อนทิ้งในรูปก๊าซไอเสียจากหม้อไอน้ำ กังหันก๊าซ เครื่องยนต์ หรือเตาขึ้นรูปโลหะเหมาะที่จะนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำความดันปานกลางหรือนำ ไปใช้ในกระบวนการผลิตโดยตรง

2.9.2.3 ความร้อนเหลือทิ้งคุณภาพต่ำ มีอุณหภูมิในช่วง 35 - 200 องศาเซียลเซส มักเป็นความร้อนทิ้งในรูปคอนเดนเสท น้ำ และของเหลวที่ใช้ระบายความร้อน และอากาศระบายความร้อน เหมาะที่จะนำไปใช้ในการให้ความร้อนขั้นต้น เช่น อุ่นน้ำป้อนหม้อไอน้ำ อุ่นของเหลว อุ่นอากาศ และทำน้ำร้อน หรือนำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตโดยตรง

2.9.3 รูปแบบการนำความร้อนเหลือทิ้งไปใช้

2.9.3.1 นำไปใช้โดยตรง (Direct Heating) โดยการสัมผัสกับวัสดุอุปกรณ์โดยตรง หรือผสมคลุกเคล้ากับอากาศ ก๊าซ หรือของเหลวที่ต้องการให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นจึงต้องคำนึงความสะอาด

2.9.3.2 นำไปใช้โดยอ้อม (Indirect Heating) โดยการแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อน เช่น ก๊าซกับก๊าซ ของเหลวกับก๊าซ หรือของเหลวกับของเหลว ดังนั้นปริมาณความร้อนที่นำ กลับมาใช้ประโยชน์จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

2.10 หน่วยและการวัดค่าพลังงาน

เมกะจูล Megajoules (MJ) คือ ค่าพลังงานความร้อน ค่าพลังงานความร้อนไม่สามารถแปรผันตามต้นทุนของการใช้พลังงาน แต่จะแปรผันตามปริมาณการใช้พลังงาน หากใช้พลังงานมากค่าพลังงานเป็น เมกะจูล (MJ) ก็มากขึ้น

ค่าพลังงานความร้อน เมกะจูล (MJ) ดูได้จากตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่างๆ

ประเภท(หน่วย)	กิโลแคลอรี่/หน่วย (kcal /UNIT)	ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/ล้านหน่วย (ton/ 10^6UNIT)	เมกะจูล /หน่วย (MJ/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 ชื้น (ลูกบาศก์ฟุต)	248	24.57	1.04	0.98
3.2 แห้ง (ลูกบาศก์ฟุต)	244	24.18	1.02	0.97
4. ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม				
4.1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร)	6360	630.14	26.62	25.24
4.2 น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	7520	745.07	31.48	29.84
4.3 น้ำมันเครื่องบิน (ลิตร)	8250	817.40	34.53	32.74
4.4 น้ำมันก๊าด (ลิตร)	8250	817.40	34.53	32.74
4.5 น้ำมันดีเซล (ลิตร)	8700	861.98	36.42	34.52
4.6 น้ำมันเตา (ลิตร)	9500	941.24	39.77	37.70
4.7 ยางมะตอย (ลิตร)	9840	974.93	41.19	39.05
4.8 ปิโตรเลียมโค๊ก (กก.)	8400	832.26	35.16	33.33
4.9 ก๊าซหุงต้ม (ลิตร)	11012.9	1091.28	46.1	43.70
5. ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	860	85.21	3.60	3.41
6. ไฟฟ้าพลังน้ำ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	2236	221.54	9.36	8.87
7. พลังงานความร้อนใต้พิภพ(กิโลวัตต์ชั่วโมง)	9500	941.24	39.77	37.7
8. ถ่านหินนำเข้า (กก.)	6300	624.19	26.37	
9. ถ่านโค๊ก (กก.)	6600	653.92	27.63	
10. แอนทราไซต์ (กก.)	7500	743.09	31.40	
11. อีเทน (กก.)	11203	1110.05	46.89	
12. โปรเพน (กก.)	11256	1115.34	47.11	44.67
13. ลิกไนต์				
13.1 ลี้ (กก.)	4400	435.94	18.42	17.46
13.2 กระบี่ (กก.)	2600	257.60	10.88	10.32
13.3 แม่เมาะ (กก.)	2500	247.70	10.47	9.92
13.4 แจ้คอน (กก.)	3610	357.67	15.11	14.32

ตารางที่ 2.15 (ต่อ) หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่างๆ

ประเภท(หน่วย)	กิโลแคลอรี่/หน่วย(kcal /UNIT)	ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/ล้านหน่วย (ton / 10^6UNIT)	เมกะจูล / หน่วย (MJ/UNIT)	พันบีทียู /หน่วย (10^3 Btu /UNIT)
พลังงานใหม่และหมุนเวียน				
1. ฟืน (กก.)	3820	378.48	15.99	15.16
2. ถ่าน (กก.)	6900	683.64	28.88	27.38
3. แกลบ (กก.)	3440	340.83	14.40	13.65
4. กากอ้อย (กก.)	1800	178.34	7.53	7.14
5. ขยะ (กก.)	1160	114.93	4.86	4.60
6. ขี้เลื่อย (กก.)	2600	257.60	10.88	10.32
7. วัสดุเหลือใช้ ทางการเกษตร (กก.)	3030	300.21	12.68	12.02
8. ซังข้าวโพด (กก.)	4309.60	427.04	18.04	17.10
9. ก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตร)	5000	495.39	20.93	19.84

ที่มา : เอกสารประกอบการเรียนวิชา Energy conservation.

การแปลงหน่วยของพลังงานในหน่อยต่างๆให้อยู่ในรูปหน่อย เมกะจูล **เพื่อความสะดวกในการคิดคำนวณ** และในหน่อยอื่นๆที่สามารถแปลงเป็นค่าพลังงานความร้อนได้และ**เป็นค่าคงที่ไม่เป็นที่ผันผวน**

เช่น แกลบ 1 กิโลกรัม มีค่าพลังงาน 14.40 Megajoules

หน่วยและการแปลงหน่วยความร้อน

1 กิโลแคลอรี่ (kcal)	= 4186	จูล	(joules)
	= 3.968	บีทียู	(Btu)
1 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ton)	= 10.093	จิกะแคลอรี่	(Gcal)
	= 42.244	จิกะจูล	(GJ)
	= 40.047 x 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	

2.11 ระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน(Preventive Maintenance: PM) คือ ความพยายามที่จะดูแลรักษาอุปกรณ์ก่อนที่จะเสียหาย โดยการทำเช่นนี้ก็เพื่อวางเป้าหมายไม่ให้เกิดความเสียหายอันอาจจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต และความเสี่ยง ซึ่งก็คือการบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน บ้างก็เรียกว่า การบำรุงรักษาตามแผน(Planned Maintenance Calendar-based Maintenance หรือ Historical Maintenance) PM เป็นการวางแผนโดยกำหนดระยะเวลาการตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องจักรรวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อป้องกันความเสียหาย หรือวางแผนป้องกันไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะไม่ทำให้ขบวนการผลิตต้องหยุดฉุกเฉิน สิ่งที่สำคัญของการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันคือการประเมินอายุการใช้งานของเครื่องจักร และทำการบำรุงรักษาก่อนเครื่องจักรเสียหาย โดยทั่วไประยะเวลาทำ PM ดังกล่าวสามารถหาข้อมูลอ้างอิงได้จากคู่มือของเครื่องจักรจากผู้ผลิต หรือจากประวัติของเครื่องจักรที่ผ่านมา เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง, ไส้กรองในรถยนต์ เราเปลี่ยนตามระยะเวลาที่ผู้ผลิตกำหนดตัวอย่างนี้ถือว่าเป็นการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันทว่าในทางปฏิบัติเราไม่สามารถที่จะดูแลอุปกรณ์ทุกชนิดตลอดเวลาได้ ดังนั้นเราจึงต้องมีการวางแผน และตัดสินใจว่าอุปกรณ์ชนิดใดที่ควรจะทำ PM โดยมากมักจะทำการตรวจสอบตามรอบ (Interval) ที่ค่อนข้างจะมีกำหนดเวลาที่แน่นอน

2.11.1 ความเข้าใจในงาน PM

นิยายของ PM คือ การตรวจสอบ และทดสอบเครื่องจักร เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นในภายภาคหน้าโดยรวมถึงงานหล่อลื่น การทำความสะอาด การปรับแต่ง การเปลี่ยนอะไหล่เพื่อยืดหยุ่นเครื่องจักรให้ใช้ได้นาน

2.11.2 จุดประสงค์ของ PM

2.11.2.1 เป็นการตรวจสอบข้อบกพร่อง และทดสอบเครื่องจักร เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นในเวลาที่กำหนดเพื่อการวางแผน

2.11.2.2 เทคนิคการทดสอบโดยไม่ทำลาย จะเป็นการตรวจค่าความเสื่อมของเครื่องจักร และวัดสภาพของเครื่องจักรว่าอยู่ในสภาวะปรกติหรือไม่

2.11.2.3 การหล่อลื่นเครื่องจักร เพื่อเป็นการลดแรงเสียดทานในตัวเครื่องจักรซึ่งแรงเสียดทานจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความร้อน การสึกหรอ การเบี่ยงเบนหรือการแตกหักได้

2.11.2.4 เป็นการทำความสะอาด และปรับแต่งตามระยะเวลาที่กำหนด โดยทีมงานฝ่ายผลิตเป็นผู้ปฏิบัติงาน

2.11.2.5 เป็นการเปลี่ยนอะไหล่ตามกำหนดของผู้ผลิต เพื่อลดความเสียหายหรือเสื่อมสภาพก่อนระยะเวลาที่ควร

2.11.3 กระบวนการซ่อมและบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะเป็นบำรุงรักษาโดยทำการบำรุงรักษาตามคาบเวลา (Time - Based Maintenance) โดยให้การบริการตามกำหนด และการซ่อมใหญ่ (Overhaul) เช่น การบำรุงรักษาตามวาระ 500, 1000, 1500, 2000 ชม.เป็นต้น แต่ในปัจจุบัน การบำรุงรักษาตามคาบเวลายังไม่เป็นการเพียงพอจะต้องมีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ซึ่งเป็นการบำรุงรักษาตามเงื่อนไขการใช้งาน (Condition - Based Maintenance) โดยการใช้เครื่องมือเครื่องวัดสมัยใหม่ และเทคนิคในการวิเคราะห์เครื่องจักร ในขณะเครื่องจักรทำงานเพื่อตรวจหาสัญญาณของการเสื่อมสภาพหรือเหตุขัดข้องที่อาจเกิดขึ้น กระบวนการซ่อมและบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) พอจะสรุปเป็นกระบวนการดังโฟลชาร์ต ผังการไหลกระบวนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ซึ่งอธิบายพอสังเขปได้ดังนี้

2.11.3.1 การอบรมให้ความรู้เรื่องการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักรในเบื้องต้นก่อนการนำเครื่องจักรไปใช้งาน

2.11.3.2 หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษาจัดทำรายการชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องจักรที่ต้องเปลี่ยนหรือบำรุงรักษาตามวาระตลอดอายุใช้งานเครื่องจักร โดยอาศัยข้อมูลเบื้องต้นจากคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรหรือข้อมูลจากผู้ขาย

2.11.3.3 หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษาจัดทำรายการตรวจสอบ (Check List) ในการตรวจสอบประจำวัน, ประจำสัปดาห์ หรือประจำเดือน พร้อมทั้งมาตรฐานในการตรวจ พร้อมทั้งชี้แจงให้ผู้ใช้เครื่องจักร และผู้บำรุงรักษาทราบ เพื่อนำไปใช้งาน

2.11.3.4 ผู้ใช้เครื่องจักรดำเนินการตรวจเครื่องจักรประจำวันหรือประจำสัปดาห์ ตามรายการตรวจสอบที่มีถ้าพบความผิดปกติแล้วดำเนินการแก้ไขเองได้ (เช่น เครื่องจักรสกปรก น้ำหม้อน้ำหมด น็อตหลวม ฯลฯ) ให้ดำเนินการแก้ไขด้วยตนเอง ถ้าไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ให้แจ้งงานไปยังหน่วยงานซ่อม และบำรุงรักษา หรือกรณีนำเครื่องจักรใช้งานแล้วเครื่องจักร Breakdown หรือมีสิ่งผิดปกติ ให้แจ้งหน่วยงานซ่อม และบำรุงรักษา

2.11.3.5 หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษาจัดทำแผน PM ประจำปีหรือประจำเดือน ดำเนินการเตรียมอะไหล่และต่างๆ เมื่อใกล้วาระ PM และนัดผู้ใช้เครื่องจักรนำเครื่องจักรเข้าบำรุงรักษา

2.11.3.6 หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษาทำการบำรุงรักษาพร้อมบันทึกประวัติ

2.11.3.7 กรณีที่เครื่องจักรเกิด Breakdown และได้รับการแจ้งงานจากหน่วยงานผู้ใช้เครื่องจักร หน่วยงานซ่อม และบำรุงรักษาตรวจอาการ และดำเนินการซ่อมแก้ไข เพื่อให้เครื่องจักรใช้งานได้

2.11.3.8 หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษาทำการตรวจวัดการเสื่อมสภาพ หรือสภาพของเครื่องจักร หรือชิ้นส่วนเครื่องจักรตามคาบเวลาที่กำหนด เช่น อัตราการสึกของยางรถบรรทุก และสภาพยางสภาพของสายไฮดรอลิค ฯลฯ พร้อมทั้งดำเนินการเตรียมอะไหล่ชิ้นส่วนก่อนการ

หมดอายุ และดำเนินการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมก่อนการหมดอายุ แล้วบันทึกประวัติ (ถ้าการเก็บบันทึกข้อมูล ประวัติอายุชิ้นส่วนดี การมีจุดหรือสัญญาณเตือนภัยดีจะสามารถทำนายคาดการณ์ได้แม่นยำ)

2.11.3.9 รวบรวมประวัติของเครื่องนำมาเป็นข้อมูลในการทำนายคาดการณ์การ Breakdown การสึกหรอชิ้นส่วน สัญญาณหรือการเตือนภัยก่อน Breakdown เป็นข้อมูลป้อนกลับในการวางแผนต่อไป

2.11.4 การวัดความสำเร็จของงาน PM

2.11.4.1 การลดจำนวนงานฉุกเฉิน (Reduction In Emergency Repairs)

2.11.4.2 การเพิ่มแผนงาน PM (Increased Scheduled Maintenance)

2.11.4.3 การลดจำนวนงานซ่อมบำรุงที่ไม่ได้วางแผนไว้ (Reduction In Unscheduled Repair)

2.11.4.4 อายุเครื่องจักรเพิ่มขึ้น (Increased Equipment Lift)

2.11.4.5 ขยายเวลาในการผลิต (Extended Time Between Epairs)

2.11.4.6 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมในระยะยาวลดลง (Long Time Cost Reduction)

2.11.5 การวางแผนงานบำรุงรักษา

การวางแผนในการบำรุงรักษานั้น ควรพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญ เช่นเวลาในการหยุดเครื่องจักร แผนงานในการผลิตสินค้า จำนวนคนที่เข้าปฏิบัติงาน และค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการวางแผนส่วนใหญ่จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.11.5.1 วางแผนงานบำรุงรักษาประจำปี (Annul Maintenance Plans) ซึ่งแผนนี้จะรับประกันความน่าเชื่อถือได้ของเครื่องจักรตลอดอายุการใช้งานโดยเริ่มจากงานติดตั้งเป็นต้นไป ในการวางแผนฝ่ายซ่อมบำรุงจะต้องประสานงานกับฝ่ายผลิต ฝ่ายผู้รับเหมา รวมทั้งจัดเตรียมเอกสารที่นำมาใช้ในด้านอะไหล่และค่าใช้จ่าย

2.11.5.2 วางแผนงานซ่อมบำรุงรักษาประจำเดือน (Monthly Maintenance Plans) คือแผนย่อยของแผนงานบำรุงรักษาประจำปี โดยรวมถึงงานปรับปรุงและป้องกันเครื่องจักรเสียหาย

2.11.5.3 วางแผนงานซ่อมบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ (Weekly Maintenance Plans) จะช่วยในการจัดการงานแต่ละส่วนของฝ่ายซ่อมบำรุง

2.11.5.4 วางแผนงานซ่อมบำรุงรักษาเป็นรายโครงการหลัก (Major Maintenance Plans) เป็นการแบ่งงานหลักๆ ออกมา เช่น งานซ่อมใหญ่ (Overhaul) งานย้ายเครื่องจักร (Relocation) โดยรวมถึงการจัดสรรทีมงานจัดหาผู้รับเหมา และงานเอกสารต่างๆ

2.12 จุดคุ้มทุน

จุดคุ้มทุน คือ จุดที่รายรับจากยอดขายเท่ากับต้นทุนทั้งหมดในการผลิต อาจแสดงเป็นหน่วยหรือระดับของปริมาณการผลิตจากกำลังผลิตที่มีอยู่

การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของการผลิตเป็นการหาปริมาณ หรือระดับสินค้าที่ต้องผลิตหรือขายที่ก่อให้เกิดการคุ้มทุนพอดี สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องในการวิเคราะห์ความไวเพื่อให้ทราบระดับกำลังผลิตที่ก่อให้เกิดการคุ้มทุนพอดีหากปัจจัยตัวแปรเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบกำไร-ขาดทุน ณ. ระดับกำลังผลิตต่างๆ ได้ด้วย การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจะต้องอาศัยข้อมูลประมาณการค่าของต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) และรายรับโดย

2.12.1 ต้นทุนคงที่ หมายถึง ต้นทุนที่มีค่าคงที่ตลอดถึงแม้ว่าจะมีการผลิตมากหรือน้อยหรือไม่ผลิตเลยก็ตาม ได้แก่ ค่าเครื่องจักร ค่าเสื่อมราคา เงินเดือน ค่าเช่าสถานที่ เป็นต้น

2.12.2 ต้นทุนผันแปร หมายถึง ต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณสินค้าที่ผลิต ได้แก่ ค่าวัตถุดิบและค่าแรงงานทางตรง

2.12.3 รายรับ มีค่าเท่ากับปริมาณยอดขายคูณราคาสินค้าต่อหน่วย

2.13 การถ่านเทความร้อนโดยการพา หรือการพาความร้อน

เมื่อของไหลสัมผัสกับผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันก็จะมาการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนระหว่างของไหลกับวัตถุ กระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนนี้เรียนกว่า การถ่ายเทความร้อนโดยการพา หรือการพาความร้อน กระบวนการพาความร้อนดังกล่าวนี้เป็นไปตามกฎพื้นๆ แต่กลไกลของการถ่านเทความร้อนนั้นซับซ้อนมาก ในช่วงแรกนี้ไม่มีการกล่าวถึงการวิเคราะห์ แต่จะเสนอกลไกลและสมการหลักๆที่สามารถใช้คำนวณหาอัตราการพาความร้อนจากส่วนย่อยๆ ของระบบ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของระบบที่ใช้ให้ความร้อนและใช้ระบายความร้อน การถ่ายเทความร้อนโดยการพา หรือการพาความร้อนนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

2.13.1 การพาความร้อนแบบอิสระ (Free Convection)

แรงที่ทำให้ของไหลเกิดการเคลื่อนไหวของการพาความร้อนแบบอิสระนั้นเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิภายในก้อนของไหลเนื่องจากการที่ของไหลสัมผัสกับผิวของวัสดุที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันจนทำให้เกิดแรงลอยตัวขึ้น ยกตัวอย่างการพาความร้อนแบบอิสระได้แก่ การถ่ายเทความร้อนระหว่างผนังหรือหลังคาบ้านที่เกิดขึ้นในวันที่ไม่มีลมพัด การพาความร้อนภายในกาต้มน้ำที่มีขดลวดให้ความร้อนหรือการถ่ายเทความร้อนจากผิวของตัวเก็บความร้อนที่ได้มาจากดวงอาทิตย์ในช่วงที่ไม่มีลมพัด

2.13.2 การพาความร้อนแบบบังคับ (Force Convection)

การพาความร้อนแบบบังคับ จะเกิดขึ้นเมื่อแรงภายนอกมาบังคับให้ของไหลเคลื่อนที่ผ่านผิววัตถุที่ร้อนหรือเย็นกว่า เนื่องจากการไหลของการพาความร้อนแบบบังคับจะมีความเร็วสูงกว่าแบบอิสระดังนั้นถ้าหากความแตกต่างของอุณหภูมิที่มีขนาดเท่าๆ กันแล้ว การพาความร้อนแบบบังคับก็จะมีอัตราการพาความร้อนที่สูงกว่า แต่ไม่ว่าจะเป็นการพาความร้อนแบบไหนก็ตาม ต่างมีสมการสำหรับหาอัตราการพาความร้อนที่อยู่ในรูปของ กฎการเย็นตัวของนิวตัน (Newton s Law of Cooling) ซึ่งมีรูปสมการเป็น

$$Q = h_c A(T_s \quad T_f) \qquad (2.10)$$

เมื่อ h_c= สัมประสิทธิ์การพาความร้อนเฉลี่ย (Average Law Convective Heat Transfer Coefficient) ที่ผิวสัมผัสของไหลกับวัตถุ หรือหนึ่งหน่วยการนำจากการพาความร้อน (Unit Thermal Convective Conductance) $W/m^2.K$

A = พื้นผิวของวัตถุที่สัมผัสกับของไหล

T_s= อุณหภูมิของวัตถุ K

T_f= อุณหภูมิของไหลอิสระที่อยู่ห่างออกไปจากผิววัตถุมากๆ K

ค่า h_c นี้หาได้โดยทั้งวิธีวิเคราะห์ และโดยวิธีทดลอง หน่วยของ h_c ในระบบเอสไอนั้นเป็นวัตต์ต่อตารางเมตรต่อองศาเคลวิล ตารางที่ 2.16 เป็นค่าโดยประมาณของ h_c รวมทั้งค่า h_c จากการเดือดและกลั่นตัวของไอน้ำ

ตารางที่ 2.16 ค่าโดยประมาณของสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเฉลี่ย

ประเทของการพาความร้อนและชนิดของของไหล	H_c (W/m.K)
การพาความร้อนแบบอิสระ, อากาศ	5-25
การพาความร้อนแบบอิสระ, น้ำ	20-100
การพาความร้อนแบบบังคับ, อากาศ	10-200
การพาความร้อนแบบอิสระ, น้ำ	50-1,0000
น้ำที่กำลังเดือด	3,000-100,000
ไอน้ำที่กำลังกลั่นตัว	5,000-100,000

ที่มา : หนังสือการถ่ายเทความร้อน สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

ตัวอย่าง น้ำที่อุณหภูมิ 300 K ไหลผ่านแผ่นวัตถุขนาด 1 x 2 เมตร ที่อุณหภูมิ 400 K ถ้าหากสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเฉลี่ยระหว่างน้ำกับแผ่นวัตถุมีค่าเป็น 200 $W/m^2.K$ จงคำนวณหาอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการพาจากแผ่นวัตถุไปยังน้ำ

วิธีทำ จากสูตร $Q = h_c A (T_s - T_f)$

$= 200 \times 2 (400 - 300) = 40,000$ W

2.14 การหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ คือ การเผาไหม้ (Combustion) ที่เป็นการเปลี่ยนพลังงาน จากพลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิง มาเป็นพลังงานความร้อนที่ออกมากับตัวไอน้ำ มีสูตรคำนวณดังนี้

ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

$$= \frac{\text{อัตราการไหลของน้ำดิบ} \times (\text{ค่าความร้อนไอน้ำ} - \text{ความร้อนน้ำป้อน})}{\text{อัตราการใช้เชื้อเพลิง} \times \text{ค่าความร้อนเชื้อเพลิง}} \times 100\% \qquad (2.11)$$

2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.15.1 พัฒน์พงษ์ ปิงวงศ์, มยุรี แสงสุข, (2553) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า แก๊สและน้ำมันในโรงงานผลิตปลาส้มให้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ซึ่งในปี 2552 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 71,839.98 kWh คิดเป็นค่าเงิน 267,180.26 บาท ในปีดังกล่าวมีการผลิต 404.97 ตัน คิดเป็นอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อการผลิต 1 ตัน 177.40 kW มีการใช้แก๊ส 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 ซึ่งจะเน้นกระบวนการผลิตของโรงงานปลาส้มเท่านั้นสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เน้นที่การศึกษาแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแก๊สและน้ำมันทั้งหมดของโรงงาน กระบวนการวิจัยผู้ศึกษาได้นำกระบวนการจัดการ การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ระบบการจัดการพลังงานและการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์มาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบ พบว่าค่าการใช้ดัชนีพลังงานของโรงงานจากการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบอัตราการผลิตในช่วงก่อนทำการศึกษา (มกราคม - ธันวาคม 2552) มีการใช้พลังงานไฟฟ้า แก๊สและน้ำมัน โดยเฉลี่ยค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 179.59 kW/หน่วย, 11.37 กิโลกรัม/หน่วย และ 13.80 ลิตร/หน่วย ตามลำดับ หรือมีการใช้พลังงานรวมในหน่วยพลังงานเป็น 20,081 MJ/หน่วย ในช่วงทำการศึกษา (มกราคม - ธันวาคม 2553) พบว่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตมีการใช้พลังงานไฟฟ้า แก๊สและน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ย 174.18 kW/หน่วย,10.78 กิโลกรัม/หน่วย และ12.41 ลิตร/หน่วย ตามลำดับ หรือมีการใช้พลังงานรวมทั้งหมดในหน่วยพลังงานเป็น 18,915.38 MJ/หน่วย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์รวมของการลดพลังงานทั้งสองชนิดได้ร้อยละ 5.81 ซึ่งลดได้มากกว่าที่ตั้งเป้าหมายไว้

2.15.2 วริฏฐา จิรานุรักษ์, อนุกูล แสงแก้ว, (2553) การศึกษาการจัดการพลังงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมและสภาพปัญหาการใช้พลังงานในโรงงาน พร้อมทั้งหาแนวทางและมาตรการในการประหยัดพลังงานเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานน้ำมันเชื้อเพลิงในหน่วยค่าความร้อน Megajoules (MJ) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ต่อหน่วยการผลิต และจัดทำระบบการจัดการพลังงานในสถานประกอบการ ซึ่งระบบที่ถูกนำมาใช้ในกระบวนการศึกษาครั้งนี้คือ ระบบการจัดการพลังงาน โดยมีมาตรการการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นแนวทางในการลดการใช้พลังงาน

ผลการวิจัยพบว่าพลังงานไฟฟ้า และพลังงานน้ำมันดีเซลเป็นพลังงานหลักที่ถูกใช้ในโรงงาน โดยพลังงานน้ำมันดีเซลส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมากที่สุด เพราะในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่มีการใช้พลังงานน้ำมันดีเซล ในขณะที่พลังงานไฟฟ้าถูกนำไปใช้ในการส่องสว่าง ดังนั้นในการจัดทำระบบการจัดการพลังงานภายในโรงงาน พลังงานที่ควรควบคุมการใช้มากที่สุดคือพลังงานน้ำมันดีเซล นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตในช่วงก่อนทำโครงงานมีปริมาณการใช้พลังงานอยู่ที่ 169.55 MJ/หน่วย แต่ในช่วงทำโครงงานนั้น การใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตมีการใช้พลังงานลดลง คือ 156.17 MJ/หน่วย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ร้อยละ 7.89 จึงถือว่าการจัดการพลังงานประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

2.15.3 อรรถพล จันทะมัด, (2552) ได้ศึกษาการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ ให้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ซึ่งในปี 2551 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 162,586.08 kWh คิดเป็นค่าเงิน 591,940.70 บาท ในปีดังกล่าวมีการผลิต 49,768.74 ตัน คิดเป็นอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อการผลิต 1 ตัน 2.58 ลิตร ซึ่งกระบวนการผลิตของโรงงานแบ่งออกเป็น 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เสา-วง อิฐบล็อก ท่ออัดแรง คอนกรีตผสมเสร็จ สำหรับในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เน้นที่ศึกษาแนวทางการลดใช้พลังงานและน้ำมันทั้งหมดของโรงงานกระบวนการวิจัยผู้ศึกษาได้นำกระบวนการจัดการ การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ระบบการจัดการพลังงาน และการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์มาใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการอย่างเป็นระบบ พบว่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานจากการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตในช่วงก่อนทำการศึกษา (มกราคม - สิงหาคม 2551) มีการใช้พลังงานไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ยค่อนข้างสูงคือประมาณ 3.45 kWh/หน่วย และ 2.57 ลิตร/หน่วย ตามลำดับ ในช่วงทำการศึกษา (มกราคม - ธันวาคม 2552) พบว่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานเปรียบเทียบกับอัตราการผลิต มีการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันดีเซลเฉลี่ย 3.25 kWh/หน่วย และ 2.40 ลิตรต่อหน่วย ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ รวมของการลดพลังงาน 2 ชนิด ได้ร้อยละ 12.41

บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาข้อมูลเรื่องการประหยัดพลังงานทั้งทางทฤษฎี และปฏิบัติ โดยศึกษาข้อมูลจากการเข้าอบรมการประหยัดพลังงาน และกรณีศึกษาที่มีการดำเนินการลดการใช้พลังงานดังรายละเอียดที่ปรากฏในเอกสารอ้างอิง โดยบุคคลที่มีความรู้ด้านนี้ เช่น อาจารย์ และพนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อเป็นการปรับพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเรื่องการประหยัดพลังงาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงภายในโรงงาน

3.2 เข้าศึกษาสภาพปัญหาในโรงงานและเก็บข้อมูลก่อนทำโครงการ

3.2.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงสีข้าว การเก็บข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ใบเสร็จค่าไฟฟ้าที่แสดงถึงการใช้พลังงานในช่วง 1 ปีที่ผ่ามา และการตรวจวัดลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานจากตู้ไฟฟ้าหลักของโรงงาน โดยใช้เครื่องมือวัด Power Meter

3.2.2 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลของโรงสีข้าว เก็บข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลหรือการเบิกใช้น้ำมันดีเซลของพนักงาน ซึ่งจะมีการเก็บบันทึกข้อมูลโดยพนักงานที่ได้ทำเป็นบัญชีไว้ว่าในแต่ละวันมีการเติมน้ำมันไปกี่รอบเป็นจำนวนเท่าไร

3.2.3 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงความร้อนจากแกลบของโรงงานสีข้าว แกลบของโรงสีข้าวไม่ได้เสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ เพราะโรงสีได้ใช้แกลบจากกระบวนการผลิตมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเองจึงลดค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างมาก

3.3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำมาตรการประหยัดพลังงาน

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจอุปกรณ์ และเครื่องจักรที่ใช้พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า และน้ำมันดีเซล มาวิเคราะห์ว่ามีสภาพการใช้พลังงานเป็นอย่างไร

3.3.1 การวิเคราะห์การใช้พลังงานความร้อน

3.3.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า

3.3.3 การวิเคราะห์การใช้พลังงานน้ำมันดีเซล

3.3.4 การวิเคราะห์มาตรการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

เพื่อนำไปใช้ในการออกมาตรการประหยัดพลังงานต่างๆ

3.4 นำมาตรการและระเบียบวิธีการปฏิบัติไปบังคับใช้

กำหนดให้พนักงานในโรงสีข้าวดำเนินงานตามมาตรการ และวิธีปฏิบัติงานตามนโยบายที่ผู้บริหารวางไว้อย่างเคร่งคัดโดยที่พนักงานทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในการเสนอแนะ หรือแจ้งปัญหาในการปฏิบัติงานประหยัดพลังงานหลังจากที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง (โดยมีระยะเวลาดำเนินการบริหารจัดการพลังงานหลังจากออกมาตรการเสร็จสิ้น)

3.5 ติดตามมาตรการและระเบียบปฏิบัติ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลประจำทุกเดือน

มีการสุ่มเข้าโรงงาน หรือติดต่อสอบถามทีมงานอนุรักษ์พลังงานทุกเดือนหลังจากบังคับใช้มาตรการ เพื่อตรวจการปฏิบัติงานของพนักงาน และสังเกตการปฏิบัติงานว่ามีปัญหาอะไรหรือไม่เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

3.6 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีชี้วัดหลังทำมาตรการประหยัดพลังงาน

เก็บข้อมูลปริมาณการใช้ และค่าใช้จ่ายพลังงานหลังการจัดสร้างระบบการจัดการพลังงานให้กับโรงสีข้าว รวมถึงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

3.7 เปรียบเทียบดัชนีชี้วัดก่อนทำ - หลังทำ การปฏิบัติงาน

นำดัชนีชี้วัดก่อนทำมาเปรียบเทียบกับดัชนีชี้วัดหลังทำ เพื่อสังเกตการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตลดลงมากน้อยเพียงใด สังเกตกระบวนการผลิต และพฤติกรรมของพนักงานในองค์กร รวมทั้งระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

3.8 สรุปผลและจัดทำรายงาน

โรงสีข้าวสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน และน้ำมันในหน่วยค่าความร้อน Mega Joules (MJ) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ต่อหน่วยการผลิต

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 การสำรวจสภาพเบื้องต้น

ชื่อวิสาหกิจ โรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

ปีที่ก่อตั้ง ปี พ.ศ. 2547

ประเภทอุตสาหกรรม โรงสีข้าว

จำนวนพนักงาน ประจำ 108 คน

ผลิตภัณฑ์ ข้าวสารนึ่ง

4.1.1 ข้อมูลและผังกระบวนการผลิต

การผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวสารนึ่งเป็นการนำเอาข้าวเปลือกจากเกษตรกรที่นำมาขายให้กับโรงสีข้าว โดยใส่รถบรรทุกมาจากนั้นวัดความชื้นก่อนนำไปเทรวมกันเพื่อที่จะนำไปสู่กระบวนการสีข้าวต่อไป

ตารางที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์หลัก	ข้าวสารนึ่งร้อยละ 100
กำลังการผลิต	140,000.00 (ตัน/ปี)
ผลิตจริง	75,825.86 (ตัน/ปี)
วัตถุดิบหลัก	ข้าวเปลือกเจ้าสด
วัตถุดิบรอง	ข้าวเปลือกแห้ง ความชื้นไม่เกินร้อยละ 15

ตารางที่ 4.2 เวลาการผลิต

	จำนวนวันทำงาน (วัน/ปี)	จำนวนชั่วโมงทำงาน (ชั่วโมง/วัน)	จำนวนกะ (กะ/วัน)
ฝ่ายผลิต	352	24	3
ฝ่ายสำนักงาน	352	8	1

ขั้นตอนการผลิตข้าวสารนึ่งจะมีกระบวนการดังนี้

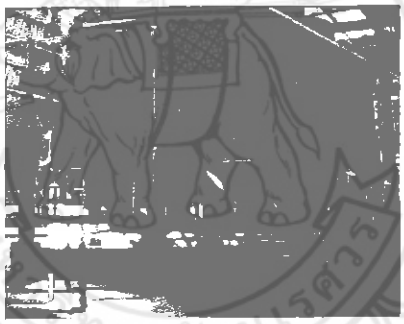
4.1.1.1 ตรวจรับวัตถุดิบ (ความชื้น ร้อยละ 16 - 35)

เมื่อเกษตรกรนำข้าวเปลือกมาขายให้กับโรงสีข้าว ก็จะมีการตรวจวัดค่าความชื้น โดยจะคัดข้าวเปลือกที่มีความชื้อไม่เกินร้อยละ 16 - 35

รูปที่ 4.1 การวัดความชื้นของข้าวเปลือก

4.1.1.2 นำข้าวเปลือกไปแช่และนึ่ง(ประมาณ 12 ชม.)

ข้าวเปลือกจะถูกแช่และนึ่งเป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง



รูปที่ 4.2 ถังแช่และนึ่งข้าวเปลือก

4.1.1.3 อบลดความชื้นครั้งที่ 1 (ความชื้นร้อยละ 21 - 22)

การอบลดความชื้นข้าวเปลือกเพื่อลดความชื้นของข้าวลง

4.1.1.4 อบลดความชื้นครั้งที่ 2 (ความชื้นร้อยละ 14 - 15)

เป็นการอบลดความชื้นของข้าวเปลือกครั้งที่ 2 เพื่อได้ความชื้นให้อยู่ระหว่าง ร้อยละ 14 - 15

รูปที่ 4.3 ถังอบข้าวลดความชื้น

4.1.1.5 ใส่ถังชั่วคราวเพื่อลดความร้อนของข้าวเปลือก

ข้าวเปลือกที่ออกมาจากการอบทั้ง 2 ครั้งจะมีความร้อนสูงจึงต้องพักข้าวเพื่อลดความร้อนลง โดยเก็บพักข้าวไว้ในถังพัก

รูปที่ 4.4 ถังพักข้าวเปลือก

4.1.1.6 กะเทาะข้าวเปลือก(ข้าวกล้อง)

รูปที่ 4.5 เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก

4.1.1.7 นำข้าวที่กะเทาะมาขัดขาว

จะได้ข้าวที่เป็นสีขาว หรือข้าวสาร

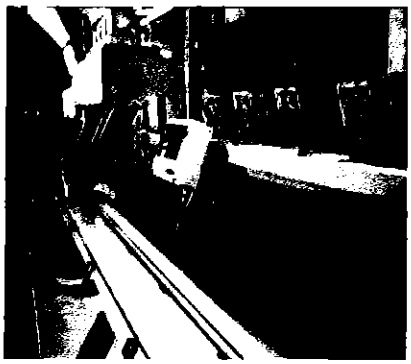
4.1.1.8 นำข้าวที่ขัดขาวและมาขัดมันต่อ

ข้าวจะถูกขัดขาวและขัดมันจนได้สีข้าวและความมันวาวตามมาตรฐาน

รูปที่ 4.6 เครื่องขัดขาวข้าวสาร และขัดมัน

4.1.1.9 ฝานเครื่องแยกสิ่งเจือปน

กระบวนการนี้จะแยกสิ่งเจือปนที่ติดมากับข้าวให้ออกไปโดยใช้เครื่องเครื่องยิงสี



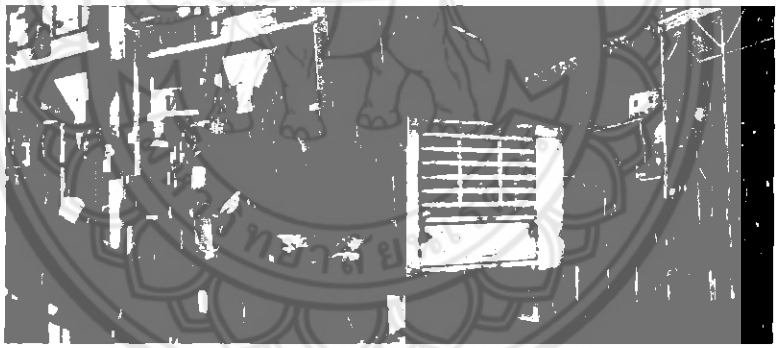
รูปที่ 4.7 เครื่องยิงสี

4.1.1.10 ชั่งน้ำหนัก

ชั่งน้ำหนักข้าวสาร จดบันทึกจำนวนข้าวที่ผลิตได้ และก็จัดเก็บใส่ภาชนะบรรจุ

4.1.1.11 จัดส่ง/เก็บไว้ในคลังสินค้า/เก็บไว้ในถัง

ข้าวสารนึ่งที่ได้จะถูกขนส่งไปขายให้ลูกค้า เก็บไว้ในคลังสินค้า และเก็บไว้ในถัง



รูปที่ 4.8 การชั่งน้ำหนักและการขนส่งข้าวสาร

4.2 เข้าไปศึกษาสำรวจปัญหาและเก็บข้อมูลในโรงงานก่อนการจัดทำรายงาน

การเก็บข้อมูลการใช้พลังงานของโรงสีข้าวที่ใช้ในการผลิตแต่ละเดือน เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานน้ำมันดีเซล พลังงานจากแกลบ เพื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้ โดยการดูบัญชีใบเสร็จค่าไฟฟ้า หรือสอบถามข้อมูลโดยตรงจากพนักงานบันทึกการใช้น้ำมันดีเซลและแกลบในแต่ละเดือน

ตารางที่ 4.3 ผลผลิตข้าวนึ่งของเดือนมิถุนายน 2553 - เดือนธันวาคม 2553 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

เดือน/ปี	ปริมาณการผลิต
	ผลผลิตข้าวสารนึ่ง (ตัน)
มิถุนายน 53	3,942
กรกฎาคม 53	3,920
สิงหาคม 53	4,756
กันยายน 53	3,543
ตุลาคม 53	5,177
พฤศจิกายน 53	3,961
ธันวาคม 53	3,209
รวม	29,241
เฉลี่ย	4,177

4.2.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานสีข้าว

การเก็บข้อมูลโดยการดูจากในเสร็จค่าไฟฟ้าของปีที่ผ่านมา (มิถุนายน 2553 - ธันวาคม 2553) และการตรวจวัดลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงาน จากตู้ไฟฟ้าหลักของโรงงาน โดยใช้เครื่องมือวัด Power Meter ดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 เครื่องมือวัด Power Meter
ที่มา : โรงสีข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์

4.2.1.1 ลักษณะของหม้อแปลง

จำนวนหม้อแปลง 3 ลูก

ก. พิกัดหม้อแปลง 1000 kVA แรงดัน 22 kV

ข. พิกัดหม้อแปลง 800 kVA แรงดัน 22 kV

ค. พิกัดหม้อแปลง 400 kVA แรงดัน 22 kV

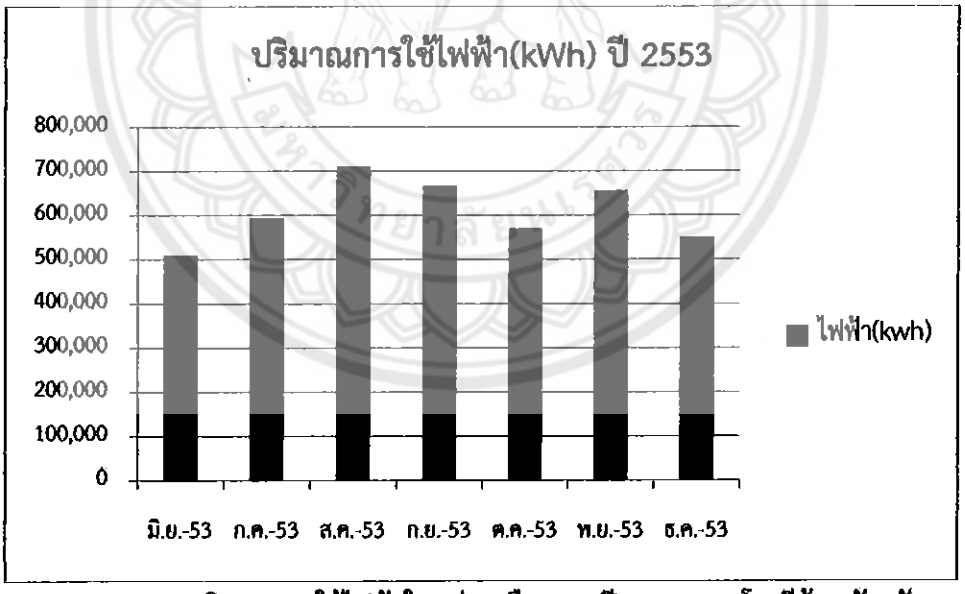
ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า 4.2.2 กิจการขนาดใหญ่ (อัตรา TOU) แรงดันไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์

จากการเข้าไปเก็บข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตข้าวสารนึ่งในช่วง เดือนมิถุนายน 2553 - ธันวาคม 2553 เพราะอยู่ในช่วงที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบการออกมาตรการไป (ซึ่งจะเก็บผลปริมาณการใช้ไฟฟ้าหลังจากออกมาตรการในช่วงเดือนเดือนมิถุนายน 2554 - ธันวาคม 2554) ได้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2553 - ธันวาคม 2553) ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

เดือน/ปี	รวม (kWh)	จำนวนเงิน (บาท)
มิถุนายน 53	510,600	1,659,943
กรกฎาคม 53	594,460	1,844,900
สิงหาคม 53	711,320	2,183,757
กันยายน 53	668,250	2,091,476
ตุลาคม 53	570,750	1,802,875
พฤศจิกายน 53	656,520	2,067,134
ธันวาคม 53	550,260	1,723,891
รวม	4,262,160	13,373,976
เฉลี่ย	608,880	1,910,568

จากตารางที่ 4.4 นำไปสร้างเป็นกราฟแท่งได้ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนของปี 2553 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงสีข้าว โดยคิดค่าไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU)

4.2.1.2 ค่าความร้อนของพลังงานไฟฟ้า (MJ)

ค่าความร้อนของพลังงานไฟฟ้า (MJ) = ปริมาณไฟฟ้ารวม (kWh) x ค่าพลังงานไฟฟ้า 3.6 MJ/kWh

= 4,262,160 kWh x 3.6 MJ/kWh

= 15,343,776 MJ

4.2.1.3 ราคาไฟฟ้าโดยเฉลี่ย

ราคาไฟฟ้าโดยเฉลี่ย = ปริมาณไฟฟ้ารวม x ราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3.5 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง

= 4,262,160 กิโลวัตต์ชั่วโมง x 3.5บาทกิโลวัตต์ชั่วโมง

= ค่าใช้จ่ายปริมาณพลังงานไฟฟ้า 13,373,976 บาท

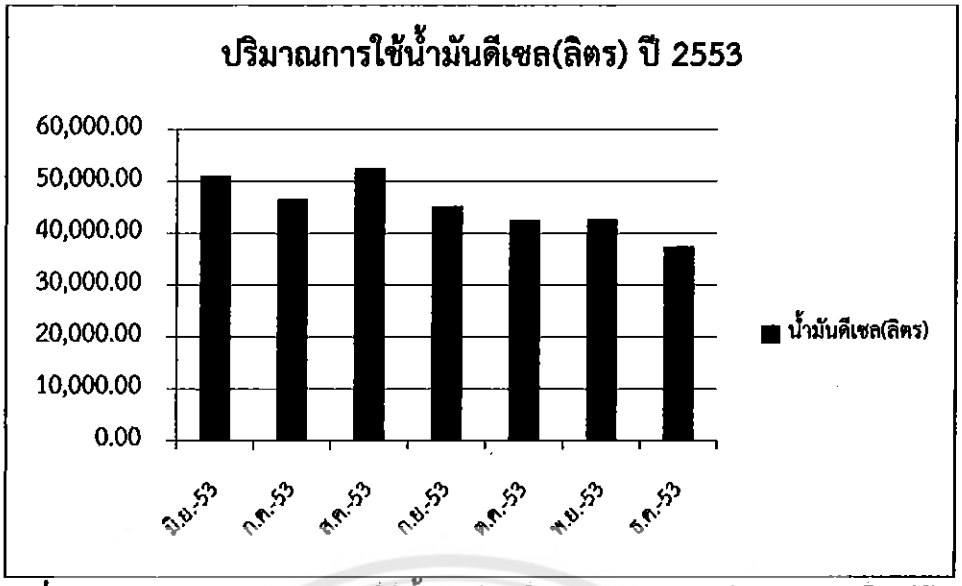
4.2.2 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลของโรงงานสีข้าว

โรงสีข้าวใช้น้ำมันดีเซลเพื่อการผลิตทั้งหมดโดยใช้กับรถตัก รถบรรทุก เป็นต้น เก็บข้อมูลเพื่อดูการใช้น้ำมันในแต่ละเดือนของปีที่แล้วดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2553 - ธันวาคม 2553) ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

เดือน/ปี	น้ำมันดีเซล	
	ปริมาณ (ลิตร)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
มิถุนายน 53	51,132.22	1,508,400.49
กรกฎาคม 53	46,697.38	1,377,572.71
สิงหาคม 53	52,618.33	1,552,240.74
กันยายน 53	45,343.72	1,337,639.74
ตุลาคม 53	42,682.83	1,259,143.49
พฤศจิกายน 53	42,869.26	1,264,643.17
ธันวาคม 53	37,550.57	1,107,741.82
รวม	318,894.31	9,407,382.16
เฉลี่ย/เดือน	45,556.33	1,343,911.74

จากตารางที่ 4.5 นำไปสร้างเป็นกราฟแท่งได้ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในแต่ละเดือนของปี 2553 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในโรงสีข้าวค่อนข้างสูง เพราะในกระบวนการผลิตได้มีการนำรถตักมาตักข้าวให้กองรวมกัน ตักข้าวใส่ไซโล รถบรรทุกใช้บรรทุกข้าวสารสำเร็จรูปนำไปส่งให้กับลูกค้า ซึ่งบางครั้งหากมีผลผลิตมากก็ส่งผลทำให้ค่าใช้จ่ายสูงตามด้วย

4.2.2.1 วิธีการคำนวณค่าความร้อนของพลังงานน้ำมันดีเซล (MJ)

ค่าความร้อนของพลังงานน้ำมันดีเซล (MJ) = ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล (ลิตร) x ค่าพลังงานน้ำมันดีเซล 36.42 เมกะจูล

= 318,894.31 ลิตร/ปี x ค่าพลังงานน้ำมันดีเซล 36.42 เมกะจูล/ลิตร

= 11,614,130.77 เมมะจูล/ปี

4.2.2.2 ราคาน้ำมันดีเซล

ราคาน้ำมันดีเซล = ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล (ลิตร) x ราคาน้ำมันดีเซล 30 บาท/ลิตร

ค่าใช้จ่ายน้ำมันดีเซล = 9,407,382.16 บาท/ปี

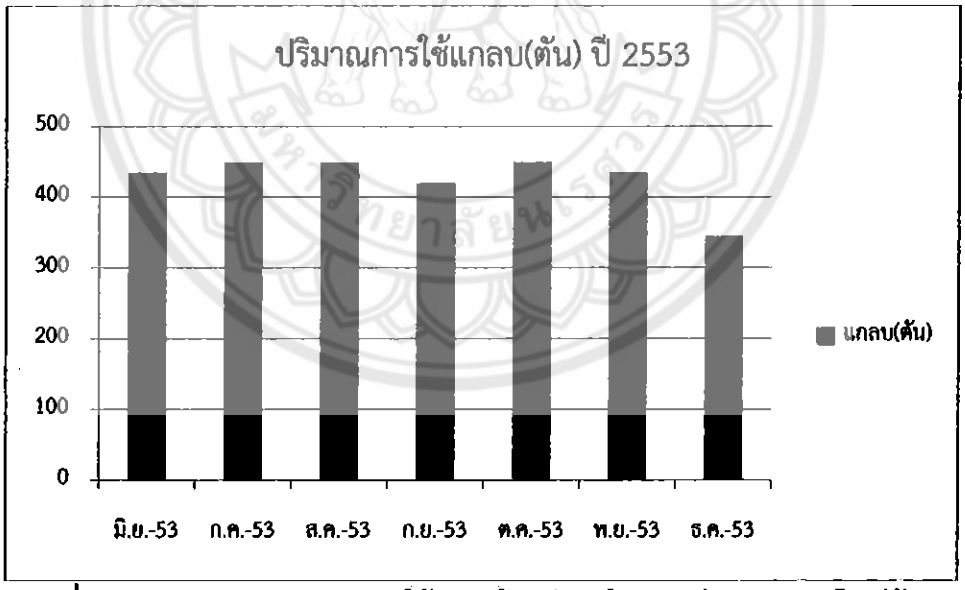
4.2.3 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงความร้อนจากแกลบของโรงงานสีข้าว

แกลบถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงของบอยเลอร์ ใช้ความร้อนในกระบวนการอบ นึ่ง ข้าวเปลือกให้มีความชื้นร้อยละ 14 - 15 ได้ข้อมูลการใช้แกลบในแต่ละเดือนดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการใช้แกลบในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2553 - ธันวาคม 2553) ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

เดือน/ปี	แกลบ	
	ปริมาณ (ตัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
มิถุนายน 53	435	-
กรกฎาคม 53	450	-
สิงหาคม 53	450	-
กันยายน 53	420	-
ตุลาคม 53	450	-
พฤศจิกายน 53	435	-
ธันวาคม 53	345	-
รวม	2,985	-
เฉลี่ย/เดือน	426.42857	-

จากตารางที่ 4.6 นำไปสร้างเป็นกราฟแท่งได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงปริมาณการใช้แกลบในแต่ละเดือนของปี 2553 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

4.2.3.1 วิธีการคำนวณค่าความร้อนของแกลบ (MJ)

ค่าความร้อนของแกลบ (MJ) = ปริมาณการใช้แกลบ (กก.) x ค่าพลังงานแกลบ 14.40 เมกะจูล/กิโลกรัม

= 2,985 ตัน/ปี x 1,000 กก./1 ตัน x 14.40 เมกะจูล/กิโลกัม

= 42,984,000 เมกะจูล/ปี

4.2.3.2 ราคาแกลบ

ราคาแกลบโดยเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ กิโลกรัมละ 0.8 บาท แต่ว่าโรงสีข้าว ได้แกลบจากการสีข้าว ซึ่งไม่เสียค่าใช้จ่าย

จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซล และแกลบ สามารถหาพลังงานความร้อนรวมใน 7 เดือน ของโรงสีข้าวได้ ดังตารางที่ 4.7 และหาสัดส่วนการใช้พลังงานทั้ง 3 ชนิดได้ ดังรูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.7 การใช้พลังงานรวมของปี 2553 (มิถุนายน 2553 - ธันวาคม 2553)

พลังงาน	ปริมาณ	ค่าความร้อน (MJ)	ร้อยละ	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ไฟฟ้า (kWh)	4,262,160	15,343,776	21.94	13,373,976
น้ำมันดีเซล (ลิตร)	318,894.31	11,614,124.21	16.61	9,566,829.3
แกลบ (ตัน)	2,985	42,984,000	61.45	-
รวม	-	69,941,900	100	24,484,389

รูปที่ 4.13 กราฟสัดส่วนการใช้พลังงาน

การหาค่าดัชนีการใช้พลังงาน วิธีนี้เป็นการหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจากการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซล และแกลบ ในแต่ละเดือนโดยแบ่งเป็นช่วงก่อนออกมาตรการคือ (มิถุนายน - ธันวาคม 2553) ดังตารางที่ 4.8 ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

ตารางที่ 4.8 ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงงาน ปี 2553 (มิถุนายน 2553 - ธันวาคม 2553)

เดือน/ปี 53	ผลผลิตต่อเดือน (ตัน)	ปริมาณการใช้พลังงาน						ดัชนีการใช้พลังงาน						
		ไฟฟ้า		น้ำมันดีเซล		แกลบ		ไฟฟ้า		น้ำมันดีเซล		แกลบ		รวม
		kWh	MJ	ลิตร	MJ	ตัน	MJ	kWh/ หน่วย	MJ/ หน่วย	ลิตร/ หน่วย	MJ/ หน่วย	ตัน/ หน่วย	MJ/ หน่วย	MJ/ หน่วย
มิถุนายน	3,942	510,600	1,838,160	51,132.22	1,862,235.45	435	6,264,000	129.52	466.30	12.97	472.40	0.11	1,589.04	2,527.75
กรกฎาคม	3,920	594,460	2,140,056	46,697.38	1,700,718.5	450	6,480,000	151.64	545.93	11.91	433.85	0.11	1,653.06	2,632.85
สิงหาคม	4,756	711,320	2,560,752	52,618.33	1,916,359.57	450	6,480,000	149.56	538.42	11.06	402.93	0.09	1,362.48	2,303.85
กันยายน	3,543	668,250	2,405,700	45,343.72	1,651,418.28	420	6,048,000	188.61	679.00	12.79	466.10	0.11	1,707.02	2,852.13
ตุลาคม	5,177	570,750	2,054,700	42,682.83	1,554,508.66	450	6,480,000	110.24	396.89	8.24	300.27	0.08	1,251.69	1,948.85
พฤศจิกายน	3,961	656,520	2,363,472	42,869.26	1,561,298.44	435	6,264,000	165.74	596.68	10.82	394.16	0.10	1,581.41	2,572.27
ธันวาคม	3,209	550,260	1,980,936	37,550.57	1,367,591.75	345	4,968,000	171.47	617.30	11.70	426.17	0.10	1,548.14	2,591.62
รวม	29,241	4,262,160	15,343,776	318,894.31	11,614,130.7	2,985	42,984,000	1066.81	3840.54	79.51	2,895.92	0.74	10,692.87	1,7429.33
สูงสุด	5177	711,320	2,560,752	52,618.33	1,916,359.57	450	6,480,000	188.61	679.00	12.97	472.40	0.11	1,707.02	2,852.13
ต่ำสุด	3209	510,600	1,838,160	37,550.57	1,367,591.75	420	4,968,000	129.52	396.89	8.24	300.27	0.08	1,251.69	1,948.85
เฉลี่ย/เดือน	4,177	608,880	2,191,968	45,556.33	1,659,161.53	426.4	6,140,571	145.76	524.77	10.90	397.21	0.10	1,470.09	2,392.07

4.3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำมาตรการประหยัดพลังงาน

หลังจากเข้าสังเกต และสำรวจการใช้พลังงานในโรงงาน จึงจัดทำตารางการใช้พลังงาน ซึ่งจะสามารถวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของการใช้พลังงาน เพื่อให้ทราบถึงปัญหา และเป็นแนวทางในการออกมาตรการ และระเบียบวิธีปฏิบัติโดยวิเคราะห์ตามการใช้พลังงานในแต่ละประเภทดังนี้

4.3.1 พลังงานความร้อน เป็นพลังงานหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงสีข้าว ซึ่งมีการใช้พลังงานความร้อนจากแกลบในส่วนที่สำคัญของกระบวนการผล คือ ขั้นตอนกระบวนการแช่ และนึ่งข้าวเปลือก อบลดความชื้นครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แบ่งการใช้พลังงานดังนี้

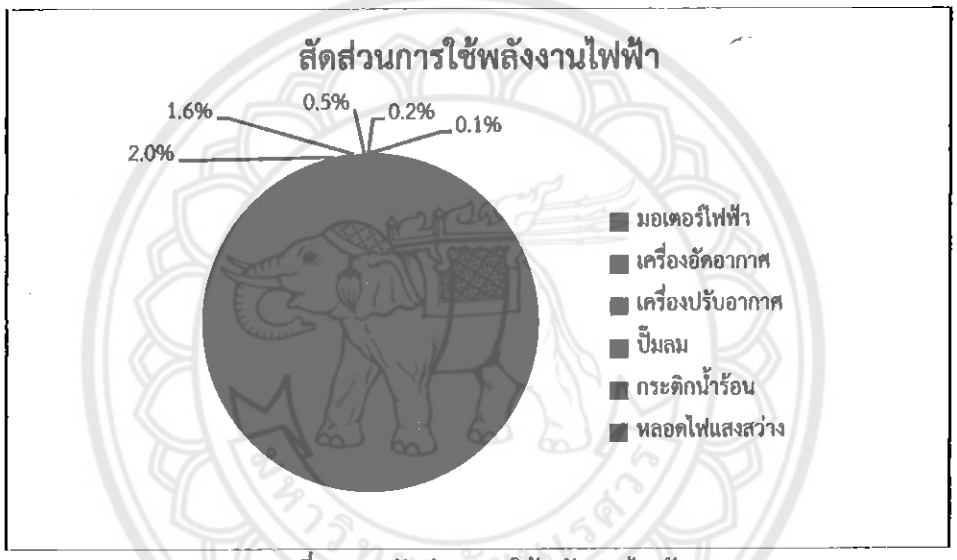
4.3.1.1 การแช่และนึ่งข้าวเปลือกโดยใช้ความร้อนจากหม้อต้มไอน้ำจำนวน 1 ลูก มีขนาด 10 ตันใช้น้ำดิบอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสในการต้ม และใช้แกลบจำนวน 10 ตันต่อวันละ 8 ชั่วโมง เพื่อนำความร้อนที่ได้ไปลดความชื้นของข้าวเปลือกลง ส่วนนี้สำรวจว่าไอเสียที่ปล่อยออกมามีอุณหภูมิสูงถึง 230 องศาเซลเซียส โดยที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ต่อ จึงวิเคราะห์ว่าถ้าติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนโดยนำเอาไอเสียมาอุ่นน้ำดิบก่อนเข้าไปต้มในหม้อต้มไอน้ำ จะทำให้สิ้นเปลืองแกลบน้อยลงในการต้มน้ำให้เดือด เพราะอุณหภูมิของน้ำที่ถูกแลกเปลี่ยนความร้อนแล้วจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นจึงได้ออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.1.2 ท่อส่งไอร้อน ซึ่งจากการสำรวจโรงสีได้หุ้มฉนวนกันความร้อนไปแล้ว แต่ว่ายังเหลือส่วนที่เป็นข้อต่อ และวาว์ลเปิด ปิด ไอน้ำซึ่งจุดนี้จะมีการแผ่ออกมาในอุณหภูมิที่สูงถึง 127 องศาเซลเซียส มี 12 จุด ทำให้สูญเสียความร้อนที่จะส่งไปยังเตาอบข้าว สิ้นเปลืองแกลบในการเผา หากทำการการหุ้มฉนวนท่อส่งไอร้อนทั้งหมดก็จะทำให้ลดการสูญเสียพลังงานได้ ดังนั้นจึงได้ออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.2 พลังงานไฟฟ้า จากการเข้าไปสังเกตการใช้ไฟฟ้าในโรงงาน พบว่ามีการใช้ไฟฟ้ายังไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งในส่วนที่เข้าไปสังเกตนั้นก็จะเป็นในส่วนของ เครื่องปรับอากาศ กระติกน้ำร้อน มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องอัดอากาศ ปั๊มลม และหลอดไฟแสงสว่าง มีการใช้พลังงานดังนี้

ตารางที่ 4.9 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า

ลำดับ	เครื่องจักร	จำนวน	กำลัง(kW)	ร้อยละ
1	มอเตอร์ไฟฟ้า	383	2,126.8	95.5
2	เครื่องอัดอากาศ	3	44.76	2.0
3	เครื่องปรับอากาศ	15	35.87	1.6
4	ปั๊มลม	3	11.2	0.5
5	กระติกน้ำร้อน	8	5.13	0.2
6	หลอดไฟแสงสว่าง	80	2.88	0.1
รวม			2,226.92	100



รูปที่ 4.14 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า

4.3.2.1 มอเตอร์ กระบวนการผลิตมีจำนวน 383 ตัว มีตั้งแต่ขนาดน้อยสุด 0.5 แรงม้าจนถึงขนาดมากสุด 75 แรงม้า ใช้งานในการขับเคลื่อนสายพาน กระพ้อ และเครื่องยิงสี รวมใช้พลังงานทั้งหมด 2,126.8 kW ซึ่งจากการสำรวจ และสอบถามโรงสีข้าวพบว่าการดูแล และควบคุมมอเตอร์ดีมาก แต่ว่ามอเตอร์อยู่ในโรงสีจะมีฝุ่นเกาะเป็นจำนวนมาก ทำให้การระบายอากาศทำได้ไม่ดี เครื่องเกิดความร้อนทำให้กินไฟมากขึ้น การล้างมอเตอร์ ปัดเป่าทำความสะอาดเป็นประจำดัง นั้นจึงได้ออกเป็นแค่เพียงมาตรการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

4.3.2.2 เครื่องอัดอากาศ มีขนาด 20 แรงม้าทั้งหมด 3 เครื่อง ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 44.76 kW ใช้ในเครื่องยิงเศษฝุ่นที่ติดอยู่กับข้าว จากการสังเกตพบว่าใช่แรงลมในการเป่าให้เศษฝุ่นออกจากข้าวสารใช้งานตลอดทั้งวัน ถ้ามีการตรวจสอบรอยรั่ว การควบคุมความดันให้เหมาะสม และการดูแลทำความสะอาด ก็จะทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ นั้นจึงได้ออกเป็นแค่เพียงมาตรการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

4.3.2.3 เครื่องปรับอากาศ

ก. ในโรงสีข้าวจะใช้อยู่ในห้องควบคุมทั้งหมด 10 เครื่องที่มีการปรับอุณหภูมิที่เหมาะสม และส่วนสำนักงานมี 5 เครื่อง รวมกันใช้พลังงานไฟฟ้า 35.87 kW แต่ว่าส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศที่อยู่ข้างนอกจะมีฝุ่นมากเกาะติดทำให้การระบายอากาศทำได้ไม่ดี การทำความเย็นลดลง เครื่องปรับอากาศกินไฟมากกว่าปรกติ หากมีการล้างเครื่องปรับอากาศลดฝุ่นเกาะติดก็จะทำให้ประหยัดพลังงานได้ นั้นดังจึงได้ออกมาตรการในส่วนนี้

ข. ในส่วนของสำนักงานการเปิดเครื่องปรับอากาศจะเปิดทันทีที่เวลา 8:00 น และ จะปิดที่ 17:00 น (ช่วงพักเที่ยงก็จะปิดเครื่องปรับอากาศ) จากแนวคิดที่จะประหยัดพลังงาน คือ จะสามารถลดระยะเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศลงได้หรือไม่ จึงได้สอบถามพนักงานและทำความเข้าใจ หากออกแนวคิดที่จะลดการเปิดเครื่องปรับอากาศเป็น 8:30 น ถึง 16:30 น ก็จะทำให้ประหยัดพลังงานได้ ดังนั้นจึงได้ออกมาตรการในส่วนนี้ไป

4.3.2.4 ปั๊มลม มีขนาด 5 แรงม้าทั้งหมด 3 เครื่องใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมด 11.2 kW หลังเลิกใช้งานไม่มีการปิดวาล์วปั้มลมทำให้เสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ และสภาพของปั๊มลมมีฝุ่นเกาะ ถ้ามีการดูแลทำความสะอาด ตรวจเช็คสภาพการทำงานเป็นประจำก็จะทำให้ปั๊มลมทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ นั้นจึงได้ออกเป็นแค่เพียงมาตรการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

4.3.2.5 กระติกน้ำร้อน จากการสังเกตมีทั้งหมด 8 เครื่อง ใช้พลังงานไฟฟ้า 5.13 kW ซึ่งการเสียบปลั๊กทิ้งไว้จะเป็นการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยไม่เกิดประโยชน์ ถ้าใช้กระติกน้ำร้อนตามเวลาการใช้งานของพนักงานก็จะทำให้ประหยัดไฟฟ้าได้ โดยได้สอบถามเวลาการใช้กระติกน้ำร้อนของพนักงานได้ว่าจะใช้ช่วงเช้ากับช่วงบ่ายเป็นส่วนมาก ดังนั้นจึงได้ออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.2.6 หลอดไฟแสงสว่าง มีขนาด 40 W จำนวนทั้งหมด 80 หลอด ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 3.2 kW จากการสำรวจการใช้หลอดไฟแสงสว่างตามจุดต่างๆ ของโรงสีมีบางจุดที่ไม่ได้ใช้งานแต่เปิดหลอดไฟโดยไม่จำเป็นต่อกระบวนการผลิต หรือในสำนักงานช่วงพัก พนักงานไม่อยู่ยังมีการเปิดหลอดไฟทิ้งไว้ หากมีการออกระเบียบปฏิบัติ การรณรงค์ให้พนักงานทุกคนช่วยกันใส่ใจในการใช้หลอดไฟ การเปิดปิด ก็จะทำให้ประหยัดพลังงานได้ นั้นจึงได้ออกเป็นแค่เพียงมาตรการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

4.3.3 พลังงานน้ำมันดีเซล จากการที่เข้าไปสำรวจและเก็บข้อมูลพบว่าน้ำมันดีเซลถูกนำมาใช้กับรถบรรทุกจำนวน 31 คัน และรถแทรกเตอร์จำนวน 4 คัน โดยรถบรรทุกจะใช้น้ำมันมากที่สุดเพราะต้องขนส่งข้าวสารไปให้กับลูกค้าในระยะทางไกล และมีจำนวนคันรถมาก

ตารางที่ 4.10 สัดส่วนการใช้พลังงานน้ำมันดีเซล

ลำดับ	เครื่องจักร	จำนวน(คัน)	กำลัง(kW)	ร้อยละ
1	รถบรรทุก	31	6,937.8	87.9
2	รถแทรกเตอร์	4	954.9	12.1
รวม			7,892.7	100

(หมายเหตุ 1 แรงม้า = 0.746 kW)

4.3.3.1 รถบรรทุก นับว่าใช้น้ำมันมากที่สุดเพราะต้องเดินทางไกลๆ เพื่อส่งข้าวสารให้กับลูกค้า และมีจำนวนคันมากถึง 31 คัน มีขนาดแรงม้าที่ 300 แรงม้า การกินน้ำมันถือว่าเยอะพอสมควร จากการสังเกตพบว่ารถบรรทุกจะต่อคิวกันเข้ารอรับผลิตภัณฑ์ข้าวสารที่ใส่กระสอบแล้วบรรทุกลงกระบะรถในแต่ละวันจำนวน 10 คัน รถบรรทุกคิวต่อไปจะขับมารองานก่อนที่รถบรรทุกก่อนหน้าจะบรรทุกลงเสร็จ เฉลี่ย 10 นาที ซึ่งมีการติดเครื่องรอ และเปิดแอร์ในห้องคนขับทำให้สูญเสียน้ำมัน หากลดการติดเครื่องรอก็จะสามารถประหยัดพลังงานน้ำมันดีเซลได้ ดังนั้นจึงได้ออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.3.2 รถแทรกเตอร์ จะถูกใช้ในการดันข้าวเปลือกที่ชาวนามาขายกองรวม ดันข้าวเปลือกใส่เตาอบ ดันข้าวเปลือกที่อบเสร็จแล้วกองเก็บไว้ และดันแกลบเข้าหม้อต้มน้ำ ซึ่งรถแทรกเตอร์มีแรงม้า 320 แรงม้า จำนวน 4 คันใช้งานสับเปลี่ยนกันในแต่ละจุดของโรงสีข้าว ลักษณะการการใช้งานจะรับโหลดเยอะเพื่อให้เหมาะสมกับกำลังของเครื่องยนต์ แต่บางครั้งรถแทรกเตอร์จะดันเศษข้าวน้อยๆ ที่เหลือจากกองข้าวใหญ่ จึงเป็นการทำงานที่ไม่เต็มกำลังเครื่องยนต์ ถ้ามีการปรับปรุงการทำงานที่ดีขึ้นจะทำให้รถแทรกเตอร์ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสิ้นเปลืองน้ำมันดีเซลลง ดังนั้นจึงได้ออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.4 มาตรการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน เป็นมาตรการที่สามารถประหยัดพลังงานได้ทุกพลังงานแต่ไม่สามารถระบุเป็นตัวเลขได้ เนื่องจากการซ่อมบำรุงเป็นการประหยัดพลังงานทางอ้อมเพื่อหลีกเหลี่ยงการความเสียงหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องจักร จากการเข้าไปสำรวจพบว่าทางโรงสีข้าวยังไม่มีระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน อีกทั้งเครื่องจักรยังสภาพที่ค้อนข้างเก่าทางโรงงานมีการซ่อมบำรุงเครื่องจักรหลังเครื่องจักรเสียเท่านั้น ทางเราคิดว่าการซ่อมบำรุงเครื่องจักรหลังเครื่องเสียงเป็นการเสียค่าใช้จำนวนมาก และยังเสียเวลาที่ต้องรอเครื่องจักรซ่อมเสร็จทำให้อัตราการผลิตลดลง ถ้าเราสามารถลดจำนวนการเสียของเครื่องจักรได้ก็จะสามารถลดพลังงานรวมทางอ้อมได้ ดังนั้นจึงออกมาตรการในส่วนนี้

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์การใช้พลังงาน

ขั้นตอนกระบวนการผลิต	ที่แหล่งกำเนิด	ที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิต	การใช้ประโยชน์พลังงาน	เหลือออกจากกระบวนการผลิต	เหลือในเครื่องจักรอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์
1.ตรวจรับวัตถุดิบ	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 400 kVA	แรงดัน 220 V	ใช้ตาชั่งไฟฟ้าโดย Load cell และเครื่องตรวจวัดความชื้น	-	-
2.นำข้าวเปลือกไปแช่และนึ่ง	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 400 kVA ,หม้อไอน้ำ ขนาด 10 ตัน	แรงดัน 380 V, แกลบ	มอเตอร์กะพ้อและสายพานลำเลียง,เตาเผาแกลบผลิตไอน้ำ	ไอเสียร้อนจากการเผาแกลบอุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส	หม้อนึ่ง
3.อบลดความชื้นครั้งที่ 1	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 800 kVA ,เตา Cyclone	แรงดัน 380 V, แกลบ	มอเตอร์ขนาด 5 hp ขับกระพ้อและสายพานลำเลียง, ความร้อนจาก Cyclone ส่งไปยังตู้อบข้าว	ไอความร้อนจากตู้อบข้าวนึ่งอุณหภูมิ 86 องศาเซลเซียส	ตู้อบข้าวนึ่ง
4.อบลดความชื้นครั้งที่ 2	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 800 kVA ,เตา Cyclone ชุดที่2	แรงดัน 380 V, แกลบ	มอเตอร์ขนาด 5 hp ขับกระพ้อและสายพานลำเลียง, ความร้อนจาก Cyclone ชุดที่2 ส่งไปยังตู้อบข้าว	ไอความร้อนจากตู้อบข้าวนึ่งอุณหภูมิ 84 องศาเซลเซียส	ตู้อบข้าวนึ่ง
5.ใส่ถังชั่วคราวเพื่อลดความร้อนของข้าวเปลือก	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 800 kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขนาด 5 hp ขับกระพ้อและสายพานลำเลียง,	ไอร้อนอุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส	ถังพักเก็บข้าวนึ่ง

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) การวิเคราะห์การใช้พลังงาน

ขั้นตอนกระบวนการผลิต	ที่แหล่งกำเนิด	ที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิต	การใช้ประโยชน์พลังงาน	เหลือออกจากกระบวนการผลิต	เหลือในเครื่องจักรอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์
6.กะเทาะข้าวเปลือก (ข้าวกล้อง)	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 1000 kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขนาด 125 hp ขับเครื่องสีกะเทาะเปลือก	-	-
7.นำข้าวที่กะเทาะมาขัดขาว	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 1000 kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขนาด 150 hp ขับเครื่องขัดขาว	-	-
8.ผ่านเครื่องแยกสิ่งเจือปน (เครื่องยิงสี)	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 1000 kVA ,เครื่องปั๊มลม	แรงดัน 380 V อากาศอัดแรงดัน 8 บาร์	มอเตอร์ขนาด 5 hp ขับสายพานลำเลียง,เครื่องยิงสี	-	-
9.ชั่งน้ำหนัก	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 400 kVA ,เครื่องปั๊มลม	แรงดัน 380 V อากาศอัดแรงดัน 8 บาร์	มอเตอร์ขนาด 5 hp ขับสายพานลำเลียง,เครื่องชั่งทำงานด้วยระบบลมอัด	-	-
10.เก็บไว้ในคลังสินค้า/เก็บไว้ในถัง	หม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 400 kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขนาด 5 hp ขับสายพานลำเลียง	-	-
11.จัดส่ง	รถบรรทุก 10 ล้อ จำนวน 31 คัน	น้ำมันดีเซล	เครื่องยนต์ขนาด 300 แรงม้า	-	-

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) การวิเคราะห์การใช้พลังงาน

ขั้นตอนกระบวนการผลิต	ที่แหล่งกำเนิด	ที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิต	การใช้ประโยชน์พลังงาน	เหลือออกจากกระบวนการผลิต	เหลือในเครื่องจักรอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์
12.ดันข้าวเปลือกกองรวม/ดันใส่เตาอบ	รถแทรกเตอร์จำนวน 4 คัน	น้ำมันดีเซล	เครื่องยนต์ขนาด 320 แรงม้า	-	-
13.สำนักงาน	หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส 400 kVA	แรงดัน 220 V	หลอดไฟฟ้า 24 หลอด ,เครื่องปรับอากาศ 5 เครื่อง, กระติกน้ำร้อน 4 เครื่อง(ในส่วนโรงสีอีก 8 เครื่อง), คอมพิวเตอร์ 5 เครื่อง	-	-

4.4 นำมาตรการและระเบียบวิธีการปฏิบัติไปบังคับใช้

กำหนดให้พนักงานในโรงสีข้าวดำเนินงานตามมาตรการ และวิธีปฏิบัติงานตามนโยบายที่ผู้บริหารวางไว้อย่างเคร่งคัดโดยที่พนักงานทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในการเสนอแนะ หรือแจ้งปัญหาในการปฏิบัติงานประหยัดพลังงานหลังจากที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง

ซึ่งมาตรการการประหยัดพลังงานที่ได้ทำการวิเคราะห์ และออกเป็นมาตรการให้กับโรงงานโดยมีการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจที่จะดำเนินการตามมาตรการได้ง่ายขึ้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตลง โดยการลดการใช้พลังงานลงมีมาตรการดังนี้

4.4.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน นำไอเสียจากเตามาอุ่นน้ำดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

เมื่อตรวจสภาพการผลิตไอน้ำของโรงสีพบว่า หม้อไอน้ำต้มน้ำให้เป็นไอน้ำความดัน 6 บาร์ ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง 10 ตันต่อชั่วโมง และมีอัตราการไหลของน้ำดิบ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งในการทำไอน้ำนี้ได้ป้อนน้ำดิบอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส เข้าไปหม้อไอน้ำโดยตรง หากสามารถทำให้น้ำดิบมีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำจะสามารถประหยัดความร้อนจากการเผาแกลบลงได้ ซึ่งความร้อนที่นำมาอุ่นน้ำนี้ใช้ไอเสียอุณหภูมิประมาณ 230 องศาเซลเซียส จากการเผาไหม้ในเตาเผาแกลบซึ่งต้องระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศไป

รูปที่ 4.15 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)

รูปที่ 4.16 ระบบของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

4.4.1.1 แนวคิดและขั้นตอนในการดำเนินการ

ก. ตรวจวัดอุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำดิบที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

ข. นำน้ำดิบให้ไหลผ่านท่อแลกเปลี่ยนความร้อนจากไอเสียจนน้ำดิบมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 15 องศาเซียลเซียส

ค. ตรวจสอบคุณภาพอากาศที่ปล่อยทิ้งไปอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน หลังการปรับปรุง

ง. วิเคราะห์และคำนวณผลประหยัด

4.4.1.2 ก่อนปรับปรุง

น้ำดิบป้อนเข้าเตา	=	30	$^{\circ}C$
อัตราการไหลของน้ำดิบ	=	5	m^3/hr
ใช้แกลบ	=	10	ton/day
ทำงานผลิตไอน้ำเฉลี่ย	=	24	hr/day
1 เดือนทำงานผลิตไอน้ำเฉลี่ย	=	25	day

ข้อมูลการคำนวณอ้างอิงก่อนปรับปรุง

ค่าความร้อนของน้ำที่อุณหภูมิ 30 $^{\circ}C$	=	125.74	kJ/kg
ค่าความร้อนของน้ำที่อุณหภูมิ 45 $^{\circ}C$	=	188.44	kJ/kg

4.4.1.3 หลังปรับปรุง

ค่าความร้อนที่เพิ่มขึ้นจากไอเสีย = 188.44 - 125.74 kJ/kg

= 62.7 kJ/kg

ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นจากน้ำทั้งหมด = ความร้อนที่เพิ่มขึ้น x ปริมาณน้ำดิบต่อวัน

= 62.7 x (5,000 x 24) /1000

= 7,524 MJ/day

คิดใน 1 เดือน = 7,524 x 25 MJ

= 188,100 MJ

หรือ ปีละ = 2,257,200 MJ

4.4.1.4 ผลประหยัด

ประสิทธิภาพรวมในการให้ความร้อนของแกลบ = 73 % (จากมาตรการที่ 4.4.2)

ค่าพลังงานความร้อนของแกลบ = 14.40 MJ/kg

คิดเป็นแกลบที่ประหยัดได้ = พลังงานความร้อนที่ประหยัดได้ / ประสิทธิภาพรวมในการให้ความร้อนแก่อากาศ / ค่าพลังงานความร้อนของแกลบ

= 2,257,200/ 0.73/ 14.40

= 214,726 kg/year

คิดเป็นค่าความร้อนของแกลบที่ประหยัดได้รวม = 214,726 x 14.40 MJ

= 3,092,054 MJ/year

ราคาแกลบเฉลี่ย = 0.8 baht/kg

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = แกลบที่ประหยัดได้ต่อปี x ค่าแกลบเฉลี่ย

= 214,726 x 0.8 baht/year

= 171,781 baht/year

4.4.1.5 การลงทุนและผลตอบแทน

การลงทุน = 300,000 baht

คืนทุน = 300,000/171,781 year

= 1.74 year

หรือประมาณ = 1 year 9 Month

4.4.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน หุ้มฉนวนท่อส่งความร้อน

เมื่อตรวจสภาพภายในโรงงานพบว่า ในการต้มข้าวเปลือก ใช้ไอน้ำไปทำน้ำร้อน ก่อนส่งไปยังหม้อต้มข้าวเปลือก ซึ่งระหว่างนั้น น้ำร้อนถูกส่งไปตามท่ออุณหภูมิภายนอกท่อ 127 องศาเซียลเซียส จากการทำโครงการประหยัดพลังงานก่อนหน้านี้ได้หุ้มฉนวนกันความร้อนเกือบทั้งหมดแล้ว แต่ยังคงเหลือบางจุด เช่น บริเวณข้องอ วาวล์ปิดเปิดน้ำร้อน เป็นต้น ซึ่งถ้ามีการหุ้มฉนวนในส่วนนี้ด้วย จะทำให้สามารถลดการสูญเสียความร้อนของท่อส่งความร้อนได้เพิ่มขึ้น

รูปที่ 4.17 เครื่องวัดอุณหภูมิ Infrared Thermometers

4.4.2.1 แนวคิดและขั้นตอนในการดำเนินการ

ก. ตรวจวัดอุณหภูมิผิวท่อส่งความร้อน อุณหภูมิอากาศโดยรอบ

ข. ทำการหุ้มฉนวนด้วยแผ่นกันความร้อนห่อหุ้มเพื่อป้องกันการเสียหาย

ค. ตรวจวัดอุณหภูมิของผิวแผ่นโลหะ พร้อมอุณหภูมิอากาศโดยรอบ หลังการปรับปรุง

ง. วิเคราะห์และคำนวณผลประหยัด

4.4.2.2 ก่อนปรับปรุง

อุณหภูมิท่อส่งความร้อนที่ไม่หุ้มฉนวน		=	T_s	
พื้นที่ผิวทั้งหมดของท่อส่งความร้อนเพิ่มเติม		=	A	
อุณหภูมิอากาศ		=	T_a	
สัมประสิทธิ์การพาความร้อน		=	h_o	
ข้อมูลการคำนวณอ้างอิงก่อนปรับปรุง				
ผิวท่อส่งความร้อน	T_s	=	127	^oC
	T_a	=	30	^oC

สัมประสิทธิ์การพาความร้อน (h_o) = 15 $W/m^2.^oC$

(จากตารางที่ 2.16 ประมาณค่าจาก 5 25 ใช้ h_o = 15 จากการเฉลี่ย)

พื้นที่ผิวท่อส่งความร้อน (A) = 5.64 m^2 (2¶rh = 2¶ x 0.075 x 1 = 0.47 m^2 มีจำจวนทั้งหมด 12 จุด = 0.47 x 12 = 5.64 m^2)

ค่าความต่างของอุณหภูมิ (dT) = 97 ^oC

ความร้อนที่สูญเสียสู่บรรยากาศ (Q_1) = h_o x A x dT

= 15 x 5.64 x 97 W

= 8,206.2 W

4.4.2.3 หลังปรับปรุง

ผิวท่อส่งความร้อน T_s = 56 ^oC

ฉนวนกันความร้อน = 2 cm

T_a = 30 ^oC

สัมประสิทธิ์การพาความร้อน ($h_i = h_o$) = 15 $W/m^2.^oC$

พื้นที่ผิวท่อส่งความร้อน (A) = 7.16 m^2 (2¶rh = 2¶ x (0.075 + 0.02) x 1 = 0.597 m^2 มีจำจวนทั้งหมด 12 จุด = 0.597 x 12 = 7.16 m^2)

ค่าความต่างของอุณหภูมิ (dT) = 26 ^oC

ความร้อนที่สูญเสียสู่บรรยากาศ (Q_2) = h_o x A x dT

= 15 x 7.16 x 26 W

= 2,792.4 W

4.4.2.4 ผลประหยัด

คิดเป็นความร้อนที่ลดลง = Q_1 - Q_2

= 8,206.2 - 2,792.4

= 5,413.8 W

หรือคิดเป็นความร้อนที่ประหยัดได้รวม = 5.4 kW

จำนวนวันทำงานเฉลี่ยต่อปี = 336 day/year

จำนวนชั่วโมงทำงานเฉลี่ยต่อวัน = 24 hr/day

จำนวนชั่วโมงทำงานเฉลี่ยต่อปี = 336 x 24

= 8,064 hr/year

คิดเป็นความร้อนที่ประหยัด = 5.4 x 8,064

= 43,545.6 kWh/year

คิดเทียบเท่าพลังงานความร้อน = 43,545.6 x 3.6

= 156,764.16

MJ/year

การคิดประสิทธิภาพรวมในการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ (ใช้ข้อมูล และค่าเดียวกับมาตรการที่ 4.4.1)

จากสูตร

ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ = อัตราการไหลของน้ำดิบ x (ค่าความร้อนไอน้ำ - ความร้อนน้ำป้อน)
อัตราการใช้เชื้อเพลิง x ค่าความร้อนเชื้อเพลิง

อัตราการไหลของน้ำดิบ = 5 m^3/hr หรือ 5,000 kg/hr

ค่าความร้อนไอน้ำที่ความดัน 6 bar = 2,755.46 kJ/kg

ความร้อนน้ำป้อนที่อุณหภูมิ 30 °C = 125.79 kJ/kg

อัตราการใช้เชื้อเพลิงของแกลบ = 10 ton/day (ป้อนแกลบวันละ 8 hr/day)

= 10,000 / 8

= 1,250 kg/hr

ดังนั้น ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ = 5,000 kg/hr x (2,755.46 kJ/kg - 125.79 kJ/kg) x 100 %
1,250 kg/hr x (14.4 x 1,000) kJ/kg

= 73 %

ประสิทธิภาพรวมในการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ = 73 %

ค่าพลังงานความร้อนของแกลบ = 14.40 MJ/kg

คิดเป็นแกลบที่ประหยัดได้ = พลังงานความร้อนที่ประหยัดได้ / ประสิทธิภาพรวมในการให้ความร้อนแก่อากาศ / ค่าพลังงานความร้อนของแกลบ

= 156,764.16/0.73 /14.40

= 14,913 kg/year

คิดเป็นค่าความร้อนของแกลบที่ประหยัดได้รวม = 14,913 x 14.40 MJ

= 214,745 MJ/year

ราคาแกลบเฉลี่ย = 0.8 baht/kg

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = แกลบที่ประหยัดได้ต่อปี x ค่าแกลบ

= 14,913 x 0.8

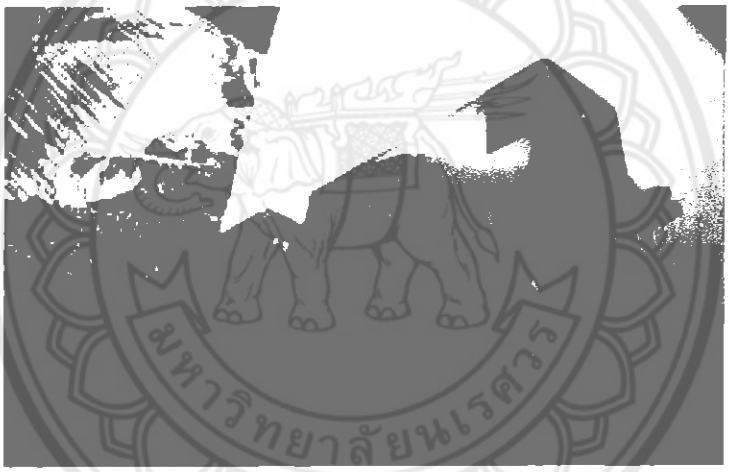
= 11,930 baht/year

4.4.2.5 การลงทุนและผลตอบแทน

การลงทุน	=	4,000	baht
คืนทุน	=	4,000/11,930	year
	=	0.335	year
หรือประมาณ	=	4	Month

4.4.3 มาตรการ ล้าง Coil เย็น และ Coil ร้อนเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน และโรงสี จำนวน 15 ชุด

เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในโรงสี ใช้งานอยู่ 15 ชุด ขนาดตั้งแต่ 12,000 - 28,000 BTU การใช้งานโดยปกติทุกวันทำงาน โดยในสำนักงานเปิดเครื่องปรับอากาศตั้งแต่เวลา 08.00 - 17.00 น. ส่วนภายในส่วนของโรงสีข้าว เช่น ห้องควบคุมไฟฟ้า แผนกสีข้าว แผนกอบข้าว และแผนกนึ่งข้าว เป็นต้น เปิดใช้งาน 24 ชั่วโมง



รูปที่ 4.18 เครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 4.12 ขนาดของเครื่องปรับอากาศ

ลำดับที่	สถานที่	ขนาด		จากการตรวจวัด		kW
		Btu/hr.	Ton	kW./ton	EER.	
1	ห้องรับแขก	12,000	1.00	1.80	6.59	1.8
2	สำนักงาน(ออฟฟิศ) 1	12,000	1.00	1.95	6.12	1.95
3	สำนักงาน(ออฟฟิศ) 2	12,000	1.00	1.89	6.11	1.89
4	ห้องครัว	12,000	1.00	1.90	6.11	1.9
5	ห้องผู้จัดการ	12,000	1.00	1.91	6.14	1.91
6	ห้องควบคุมหม้อไอน้ำ 1	36,000	3.00	1.12	10.61	3.36
7	ห้องควบคุมหม้อไอน้ำ 2	36,000	3.00	1.11	10.58	3.33
8	ห้องยิงสี 1	12,000	1.00	1.82	6.61	1.82
9	ห้องยิงสี 2	12,000	1.00	1.89	6.13	1.89
10	ห้องยิงสี 3	12,000	1.00	1.87	6.10	1.87
11	ห้องบรรจุ 1	12,000	1.00	1.92	6.08	1.92
12	ห้องบรรจุ 2	12,000	1.00	1.91	6.10	1.91
13	ห้อง CONTROL ไฟฟ้า 1	36,000	3.00	1.12	10.54	3.36
14	ห้อง CONTROL ไฟฟ้า 4	36,000	3.00	1.12	10.57	3.48
15	ห้อง CONTROL ไฟฟ้า 3	36,000	3.00	1.12	10.56	3.48
รวม		-	-	-	-	35.87

ตารางที่ 4.13 การสำรวจการใช้เครื่องปรับอากาศ

ลำดับ	บริเวณที่ใช้งาน	ช่วงเวลาที่เข้าไปตรวจสอบการใช้งานเครื่องปรับอากาศ	
		08.00น.	13.00น.
1	ห้องรับแขก	/	
2	สำนักงาน(ออฟฟิศ) 1	/	/
3	สำนักงาน(ออฟฟิศ) 2	/	/
4	ห้องครัว		/
5	ห้องผู้จัดการ		/
ส่วนสำนักงานการใช้งานร้อยละ		60	90
รวมการใช้งานเฉลี่ย		สำนักงานร้อยละ 75	
6	ห้องควบคุมหม้อไอน้ำ 1	/	/
7	ห้องควบคุมหม้อไอน้ำ 2	/	/
8	ห้องยิงสี 1	/	/
9	ห้องยิงสี 2	/	/
10	ห้องยิงสี 3	/	/
11	ห้องบรรจุ 1	/	/
12	ห้องบรรจุ 2		/
13	ห้อง CONTROL ไฟฟ้า 1	/	/
14	ห้อง CONTROL ไฟฟ้า 4	/	/
15	ห้อง CONTROL ไฟฟ้า 3	/	/
ส่วนโรงงสีการใช้งานร้อยละ		90	93.33
รวมการใช้งานเฉลี่ย		โรงสีร้อยละ 91.7	

ตารางที่ 4.14 วัดกระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศก่อน และหลังล้าง

สถานที่	แรงดันไฟฟ้า (v)	วัดกระแสไฟฟ้า (A)		กำลังไฟฟ้า (kW)		
		ก่อนล้าง	หลังล้าง	ก่อนล้าง	หลังล้าง	ผลต่าง
ห้องรับแขก	220	5.5	5.2	1.21	1.144	0.066
สำนักงาน(ออฟฟิศ) 1	220	5.8	5.3	1.276	1.166	0.11
สำนักงาน(ออฟฟิศ) 2	220	5.9	5.4	1.298	1.188	0.11
ห้องครัว	220	5.8	5.4	1.276	1.188	0.088
ห้องผู้จัดการ	220	5.4	5.1	1.188	1.122	0.066
ส่วนสำนักงานกำลังไฟฟ้าลดลงรวม 0.44 kW						
ห้องควบคุมหม้อไอน้ำ 1	220	15.7	15.3	3.454	3.366	0.088
ห้องควบคุมหม้อไอน้ำ 2	220	15.9	15.4	3.498	3.388	0.11
ห้องยิงสี 1	220	5.7	5.4	1.254	1.188	0.066
ห้องยิงสี 2	220	5.7	5.3	1.254	1.166	0.088
ห้องยิงสี 3	220	5.8	5.3	1.276	1.166	0.11
ห้องบรรจุ 1	220	5.5	5.1	1.21	1.122	0.088
ห้องบรรจุ 2	220	5.6	5.3	1.232	1.166	0.066
ห้อง CONTROL ไฟฟ้า 1	220	15.5	15.1	3.41	3.322	0.088
ห้อง CONTROL ไฟฟ้า 2	220	15.7	15.3	3.454	3.366	0.088
ห้อง CONTROL ไฟฟ้า 3	220	15.8	15.3	3.476	3.366	0.11
ส่วนโรงสีกำลังไฟฟ้าลดลงรวม 0.9 kW						
รวม	-	135.3	129.2	29.76	28.42	1.34
เฉลี่ย	-	9.02	8.61	1.98	1.89	0.089

สำหรับการใช้เครื่องปรับอากาศของโรงสีทั้ง 15 เครื่อง รวมกำลังไฟฟ้าลดลงโดยแยกส่วนสำนักงานเป็น 0.44 kW ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และส่วนโรงสีเป็น 0.9 kW (จากตารางที่ 4.14) ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ใน 1 เดือนคิดเวลาทำงาน 28 วัน

4.4.3.1 ผลการประหยัด

ก. กำลังไฟฟ้าที่ลดลงในส่วนสำนักงาน

= 0.44 กิโลวัตต์

ใช้งานร้อยละ 75 = 0.44 x 0.75 กิโลวัตต์

= 0.33 กิโลวัตต์

ชั่วโมงการทำงาน = 8 ชั่วโมงต่อวัน

ช่วงการตัดต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง จะตัดต่อ 10 ครั้ง ครั้งละ 1 นาที

= 8 x 10 x 1

= 80 นาที หรือ 1.33 ชั่วโมง

ดังนั้น 8 ชั่วโมงจะมีการทำงานจริง = 6.67 ชั่วโมง

คิดเป็นพลังงานที่ลดได้ต่อวัน = 0.33 x 6.67 กิโลวัตต์ชั่วโมง

= 2.2 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

เวลาทำงานต่อเดือน = 28 วัน

= 2.2 x 28 = 61.6 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน

= 61.6 x 12 = 739 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

ข. กำลังไฟฟ้าที่ลดลงในส่วนโรงสี

= 0.9 กิโลวัตต์

ใช้งานร้อยละ 91.7 = 0.9 x 0.917 กิโลวัตต์

= 0.825 กิโลวัตต์

ชั่วโมงการทำงาน = 24 ชั่วโมงต่อวัน

ช่วงการตัดต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง จะตัดต่อ 10 ครั้ง ครั้งละ 1 นาที

= 24 x 10 x 1

= 240 นาที หรือ 4 ชั่วโมง

ดังนั้น 24 ชั่วโมงจะมีการทำงานจริง = 20 ชั่วโมง

คิดเป็นพลังงานที่ลดได้ต่อวัน = 0.825 x 20 กิโลวัตต์ชั่วโมง

= 16.5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

เวลาทำงานต่อเดือน = 28 วัน

= 16.5 x 28= 462 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน

= 462 x 12 = 5,544 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

รวมทั้งสองส่วนได้ = 739 + 5,544 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

= 6,283 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ = 3.50 บาท

ดังนั้นสามารถประหยัดได้ = 3.50 x 6,283 = 21,990 บาท/ปี

คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี = 6,283 กิโลวัตต์ x 3.6เมกะจูล/กิโลวัตต์

= 22,619 เมกะจูล/ปี

4.4.3.2 ประเมินผลการลงทุน

ค่าจ้างล้างแอร์ เครื่องละ 500 บาท = 500 x 15 บาท

= 7,500 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน/ค่าพลังงานที่ประหยัดได้

= 7,500/21,990 ปี

= 0.34 ปี หรือ 4 เดือน

4.4.4 มาตรการ ลดเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน

การใช้งานโดยปกติทุกวันทำงาน ในสำนักงานเปิดเครื่องปรับอากาศตั้งแต่เวลา 08.00 - 17.00 น. พบว่าช่วงเช้าตอนแปดนาฬิกาอากาศยังไม่ร้อนมาก และตอนเย็นพนักงานจะเลิกงานเวลา 17.00 น. ก็จะปิดเครื่องปรับอากาศตอนที่จะออกจากสำนักงานเลย ซึ่งความเย็นยังคงเหลืออยู่บ้าง จึงได้ทำการทำความเข้าใจกับพนักงานให้ปรับเวลาการเปิด - ปิดเครื่องปรับอากาศเป็นเวลาดังนี้ 08.30 - 16.30 น. ทำให้ลดการเปิดเครื่องปรับอากาศได้วันละ 1 ชม. เมื่อ 1 เดือนทำงาน 28 วัน จะสามารถลดพลังงานลงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.15 เครื่องปรับอากาศในสำนักงาน

ลำดับที่	สถานที่	ขนาด		จากการตรวจวัด		หมายเหตุ
		Btu/hr.	ton	kw./ton	EER.	
1	ห้องรับแขก	12,000	1.00	1.80	6.59	
2	สำนักงาน(ออฟฟิศ) 1	12,000	1.00	1.95	6.12	
3	สำนักงาน(ออฟฟิศ) 2	12,000	1.00	1.89	6.11	
4	ห้องครัว	12,000	1.00	1.90	6.11	
5	ห้องผู้จัดการ	12,000	1.00	1.91	6.14	
รวม				9.45		

4.4.4.1 ผลการประหยัด

จำนวนพลังงานไฟฟ้าในสำนักงานทั้งหมด = 9.45 กิโลวัตต์

คิดการใช้เพียงร้อยละ 75 (ตารางที่ 4.14) = 9.45 x 0.75 = 7.09 กิโลวัตต์

ชั่วโมงที่ประหยัดได้ = 1 ชั่วโมงต่อวัน

ช่วงการตัดต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง จะตัดต่อ 10 ครั้ง ครั้งละ 1 นาที

= 1 x 10 x 1

= 10 นาที หรือ 0.167 ชั่วโมง

ดังนั้น 1 ชั่วโมงจะมีการทำงานจริง = 1 0.167 = 0.833 ชั่วโมง

คิดเป็นพลังงานที่ลดได้ต่อชม. = 7.09 x 0.833 = 5.91 กิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อวัน

= 5.91 x 28

= 165.5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน

= 165.5 x 12 = 1,986 กิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ = 3.50 บาท

ดังนั้นสามารถประหยัดได้ = 3.50 x 1,986 = 6,951 บาท/ปี

คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี = 1,986 กิโลวัตต์ชั่วโมง x 3.6 เมกะจูล/กิโลวัตต์ชั่วโมง

= 7,150 เมกะจูล/ปี

4.4.4.2 ระยะเวลาคืนทุน

เนื่องจากไม่มีการลงทุน เพียงทำความเข้าใจกับพนักงานให้ร่วมมือกันปฏิบัติ

4.4.5 มาตรการ ลดการเสียบกระติกน้ำร้อนแช่ทั้งวัน

กระติกน้ำร้อนไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นความร้อนส่งผ่านมายังน้ำ ให้มีอุณหภูมิสูงจนเดือดและมีวงจรอุ่นน้ำให้ร้อนอยู่ในระดับหนึ่ง ส่วนประกอบหลักของกระติกน้ำร้อนไฟฟ้าโดยทั่วไป ประกอบด้วยขดลวดความร้อน (Heater) อยู่ด้านล่างของตัวกระติก และอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนถ่ายเทไปยังน้ำภายในกระติก ซึ่งจะทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูง ขึ้นจนถึงจุดเดือด อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิจะตัดกระแสไฟฟ้าในวงจรหลักออกไป แต่ยังคงมี กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนบางส่วน โดยไหลผ่านหลอดไฟสัญญาณอุ่น ในช่วงนี้จะ เป็นการอุ่นน้ำ เมื่ออุณหภูมิของน้ำร้อนภายในกระติกลดลงจนถึงจุดๆ หนึ่ง อุปกรณ์ควบคุม อุณหภูมิจะทำงานโดยปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนเต็มที่ ทำให้น้ำเดือดอีกครั้ง

ตามประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่องกำหนดค่าประสิทธิภาพพลังงาน หน่วยงานทดสอบหาค่าประสิทธิภาพพลังงานมาตรฐานและวิธีการทดสอบหาค่าประสิทธิภาพพลังงานของกระติกน้ำร้อนไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง พ.ศ. ๒๕๕๓ กำหนดค่าประสิทธิภาพพลังงาน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 93 แต่โดยปกติของการใช้กระติกน้ำร้อนเมื่อใช้งานไประยะหนึ่งจะมีคราบตระกรันหินปูนติดอยู่บริเวณผนังภายในกระติกน้ำร้อน ซึ่งตระกรันเหล่านี้จะเป็นฉนวนความร้อนทำให้ประสิทธิภาพการส่งผ่านพลังงานความร้อนจากลวดความร้อนไปยังน้ำลดลงไป ในการคำนวณครั้งนี้จึงขอใช้ค่าประสิทธิภาพร้อยละ 90

รูปที่ 4.19 กาน้ำร้อน

ตารางที่ 4.16 ข้อมูลจำนวนการใช้กระติกน้ำร้อนในโรงสีข้าว

ลำดับ	บริเวณที่ใช้	แรงดันไฟฟ้า (V)	ความถี่ (Hz)	กำลังไฟฟ้า (W)	กระแสไฟฟ้า (A)
1	สำนักงาน(ออฟฟิศ) 1	220	50	635	2.89
2	สำนักงาน(ออฟฟิศ) 2	220	50	635	2.89
3	ห้องครัว 1	220	50	670	3.05
4	ห้องครัว 2	220	50	670	3.11
5	ห้องควบคุมหม้อไอน้ำ	220	50	650	2.95
6	หน้าห้องยิงสี	220	50	600	2.72
7	หน้าห้องบรรจุ	220	50	635	2.89
8	ห้อง CONTROL ไฟฟ้า	220	50	635	2.89
รวม		-	-	5,130	-

4.4.5.1 แนวคิดการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้ารวมของกระติกทั้ง 8 เครื่อง = 5,130 วัตต์

ประสิทธิภาพ = 90 %

กระติกทั้ง 38 เครื่องประสิทธิภาพร้อยละ 90 ใช้พลังงานไฟฟ้า= 5,130 W/0.9

= 5,700 W (กราฟรูปที่ 4.20)

เวลาเฉลี่ยที่ใช้ต้มน้ำ 1 ครั้ง (2 ลิตร 30 องศาเซลเซียส) = 17 นาที

ดังนั้น การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าต้มน้ำแต่ละครั้ง = วัตต์รวม x เวลา/ประสิทธิภาพ

= 5,130 วัตต์ x 17/60 (ชม.)/ 1000/0.9

= 1.615 กิโลวัตต์

ช่วงที่อุ่นนำให้ร้อนจะกินพลังงานไฟฟ้า = 3.5 % ของไฟฟ้าช่วงการต้ม

ช่วงการอุ่นกินพลังงานจากการต้มร้อยละ 3.5 ใช้พลังงาน = 5,700 W x 0.035

= 199.5 W (กราฟรูปที่ 4.20)

เวลาเฉลี่ยที่ใช้อุ่นน้ำ 1 ครั้ง (2 ลิตร) จาก 86 - 89 องศาเซลเซียส = 14 นาที

= 5,130 x 14/60 x0.035 /1000/0.9

= 0.046 กิโลวัตต์

จากนั้นจะต้มอีกใช้เวลา = 1 นาที

ใช้พลังงานไฟฟ้า = 5,130 x 1/60 /1000/0.9

= 0.095 กิโลวัตต์

ทุก 15 นาที (14+1) จะเสียค่าไฟฟ้า = 0.046 + 0.095

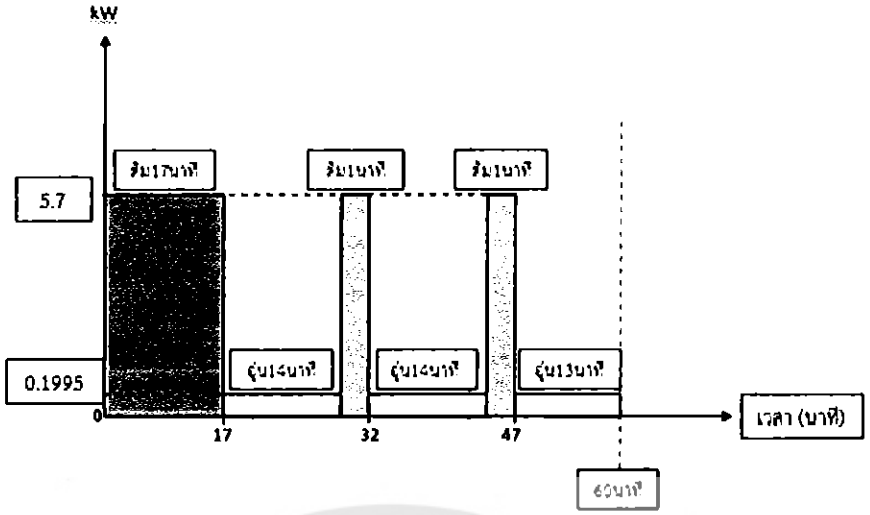
= 0.141 กิโลวัตต์

เปิดใช้งาน 8 ชั่วโมง(480 นาที) ต่อวันจะสิ้นค่าไฟฟ้า = ต้มครั้งแรก + (อุ่น + ต้มครั้งต่อไป)

= 1.615 + [0.141 x (480-17)/15]

= 5.97 กิโลวัตต์/วัน

จากการสำรวจสอบถามพนักงานพบว่า จะมีช่วงพักที่จะใช้กระติกน้ำร้อนต้มน้ำเพียง 2 ครั้งต่อวัน คือ ช่วงเช้า และช่วงพักเที่ยง เปิดใช้งานกระติกน้ำร้อนช่วงละ 1 ชั่งโมง คิดเป็นการใช้พลังงานทั้งหมดดังนี้



รูปที่ 4.20 ลักษณะการทำงานของกระติกน้ำร้อนใน 1 ชั่วโมง

เวลาที่ใช้อุ่นน้ำ (2 ลิตร) จาก 86 - 89 องศาเซลเซียสที่	=	13	**นาที**
	=	5,130 x 13/60 x 0.035/1000/0.9	
	=	0.043	**กิโลวัตต์**
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต้ม 2 ครั้ง (ครั้งละ 1 ชม.) ต่อวัน	=	2 x (1.61+0.038+0.077+0.038+0.077+0.043)	
	=	3.766	**กิโลวัตต์/วัน**
ดังนั้นสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า	=	5.97 – 3.766	**กิโลวัตต์/วัน**
	=	2.2	**กิโลวัตต์/วัน**
1 เดือนทำงาน 28 วัน ประหยัดไฟฟ้าได้	=	2.2 x 28	
	=	61.6	**กิโลวัตต์/เดือน**
หรือ	=	739	**กิโลวัตต์/ปี**
คิดเป็นพลังงานความร้อนที่ประหยัดได้ ต่อปี	=	739 x 3.6	
	=	2,660	**เมกะจูล/ปี**
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยละ 3.50 บาท **คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้**	=	739 x 3.50	
	=	2,587	**บาท/ปี**

4.4.5.2 ระยะเวลาคืนทุน

เนื่องจากไม่มีการลงทุน เพียงทำความเข้าใจกับพนักงานให้ร่วมมือกันปฏิบัติ

4.4.6 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน ลดเวลารอคอยการขนข้าวสารไปส่งลูกค้า

รูปที่ 4.21 รถบรรทุกข้าวสาร

การขนส่งข้าวสารไปส่งลูกค้าเริ่มตั้งแต่การนำรถบรรทุกเข้าไปรับข้าวสารในโรงสี ซึ่งจะต้องมีการชั่งข้าวสารที่เก็บไว้ในไซโล ครั้งละ 100 กก.ต่อกระสอบข้าว ใส่กระสอบข้าวสีน้ำตาล จำนวน 600 กระสอบต่อคันรถบรรทุก ใส่ลงในรถบรรทุกจนเต็มคัน หลังจากนั้นจึงนำข้าวสารไปส่งยังลูกค้า ขณะที่นำรถบรรทุกมารับข้าว หรือนำข้าวไปส่งลูกค้าจะต้องจอดรถเพื่อรองาน หรืออุ่นเครื่องยนต์ประมาณ 10 นาทีต่อวัน โดยใน 1 วัน บริษัทใช้รถยนต์ 31 คัน มีการขนส่งข้าวสารประมาณ 10 คันต่อครั้งใช้เวลา 3 วันต่อรอบ ดังนั้นเฉลี่ยรถบรรทุกวิ่งประมาณ 10 คัน ต่อ 1 เที่ยวต่อวัน

การคำนวณการใช้รถบรรทุกข้าวสาร จำนวน 10 คันต่อรอบการขนส่ง

อัตราการกินน้ำมันเฉลี่ย	=	10	ลิตรต่อชั่วโมง ขณะเครื่องเดินเบา
เวลาคอยงานเฉลี่ยวันละ	=	10 x 10	นาที
เวลาสูญเปล่า	=	100	นาที ต่อวัน
คิดเป็นการสูญเสียน้ำมัน	=	100 /60 x 10	ลิตร
	=	16.66	ลิตรต่อวัน
1 เดือนทำงาน 28 วัน	=	16.66 x 28	ลิตร ต่อเดือน
	=	466.48	ลิตร ต่อเดือน
หรือ	=	5,598	ลิตร ต่อปี
คิดเป็นพลังงานสูญเสีย	=	16.66 x 36.42	เมกะจูลต่อวัน
	=	606.76	เมกะจูลต่อวัน
1 เดือนทำงาน 28 วัน	=	16,989	เมกะจูลต่อเดือน

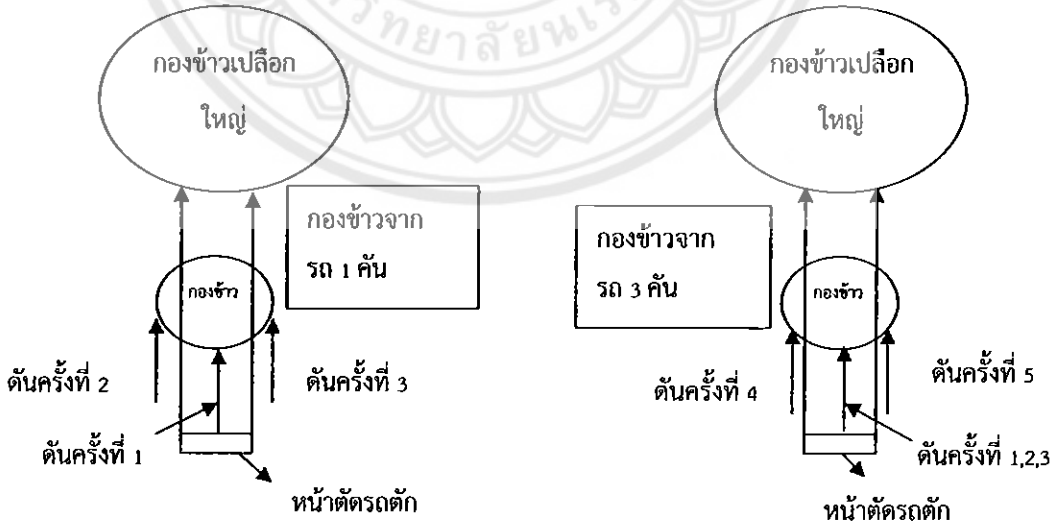
	=	203,868	เมกะจูลต่อปี
คิดค่าใช้จ่ายพลังงานสูญเสีย			
ค่าน้ำมันดีเซลลิตรละ	=	30	บาท
คิดเป็นเงินประมาณ	=	30 x 16.66	บาทต่อวัน
	=	500	บาทต่อวัน
หรือประมาณ	=	14,000	บาทต่อเดือน
หรือประมาณ	=	168,000	บาทต่อปี

ประเมินผลการลงทุน

ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน แต่ต้องอบรมทำความเข้าใจกับพนักงานขับรถบรรทุกข้าวให้เข้าใจ และขอความร่วมมือในการปฏิบัติช่วยลดการติดเครื่องรถบรรทุกรอคอยงาน

4.4.7 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน ลดจำนวนครั้งการใช้รถตักดันข้าวเปลือกรวมกอง

เมื่อเกษตรกรนำข้าวเปลือกมาขายยังโรงสี จะนำข้าวใส่รถบรรทุกมาเทกอง แล้วใช้รถตักดันรวมกอง โดยใช้รถตัก 1 คัน คอยดันข้าวเปลือกรวมกอง ในขั้นตอนนี้มีการทำงานของรถตักที่ไม่เต็มกำลังเกิดขึ้น คือเมื่อข้าวเปลือกใกล้หมดแล้ว ปริมาณข้าวเปลือกที่ต้องดันรวมกองเหลือน้อย (ด้านข้างทั้ง 2 ข้างที่หน้าตัดของรถตักกว้างไม่พอที่จะดัน) ซึ่งต้องใช้รถตักตักอย่างน้อย 3 ครั้งต่อการเทข้าว 1 รถบรรทุก หากรอให้เกษตรกรนำข้าวมาเทอีก 2 คัน (โดยให้ปริมาณข้าวเปลือกด้านข้างมีปริมาณที่มากพอที่จะใช้รถตักดัน) แล้วค่อยนำรถตักไปดันข้าวเปลือกรวมกอง



ก. ก่อนปรับปรุง ข. หลังปรับปรุง

รูปที่ 4.22 การดันข้าวเปลือกกองรวมกันก่อนปรับปรุงกับหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 4.22 เมื่อเทียบก่อนปรับปรุง กับหลังปรับปรุงแล้วจะลดจำนวนครั้งในการดันลงได้ 4 ครั้งต่อ 3 คันรถบรรทุกชาวนา (ก่อนปรับปรุง 3 ครั้งต่อ 1 คันรถ หรือ 9 ครั้งต่อ 3 คันรถ) ซึ่งจับเวลาเฉลี่ยได้ 2.3 นาทีต่อการดัน 4 ครั้งที่ประหยัดได้ (จากตารางที่ 4.18)

ตารางที่ 4.17 ปริมาณข้าวเปลือกที่รับซื้อในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา (มกราคม 2553 - ธันวาคม 2553)

เดือน/ปี	ข้าวเปลือก (ตัน)
มกราคม 53	441.49
กุมภาพันธ์ 53	660.54
มีนาคม 53	10,278.99
เมษายน 53	15,156.06
พฤษภาคม 53	4,451.51
มิถุนายน 53	3,040.53
กรกฎาคม 53	195.44
สิงหาคม 53	5,428.42
กันยายน 53	6,775.49
ตุลาคม 53	1,100.10
พฤศจิกายน 53	11,012.68
ธันวาคม 53	6,887.05
รวม	65,428.29
เฉลี่ย/เดือน	5,452.36

จากตารางที่ 4.10 ข้าวเปลือกที่รับซื้อจากชาวนาเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 5,452.36 ตันต่อเดือน หรือ 5,452.36/28 = 194.7 ตันต่อวัน รถบรรทุกของชาวนาข้าวเปลือกได้ 1.5 ตันต่อคัน ดังนั้น จำนวนรถบรรทุกชาวนาเข้ามาขายคือ 194.7/1.5 = 130 คันต่อวัน และจะได้รอบการดันข้าวหลังปรับปรุงที่ 43 รอบต่อวัน หรือ 98.9 นาทีต่อวัน (3 คันรถประหยัดการดันได้ 4 ครั้ง หรือ 2.3 นาที 130 คันประหยัดได้ 130/3 = 43 รอบต่อวัน หรือ 43 x 2.3 = 98.9 นาทีต่อวัน)

ตารางที่ 4.18 การทดลองใช้น้ำมันของรถตักจำนวน 20 ลิตร (ก่อนปรับปรุง)

ข้าวเปลือกกองที่	ลักษณะการทำงาน		ข้าวเปลือกกองที่	ลักษณะการทำงาน	
	ดันข้าวเปลือกกลางกอง ใช้เวลา (นาที) เครื่องเดินหนัก	ดันข้าวเปลือกข้างกอง 2 ข้าง ใช้เวลา (นาที) เครื่องเดินเบา		ดันข้าวเปลือกข้างกอง ใช้เวลา (นาที) เครื่องเดินเบา	ดันข้าวเปลือกข้างกอง 2 ข้าง ใช้เวลา (นาที) เครื่องเดินเบา
1.	1	1	18.	1	1
2.	2	1	19.	2	1
3.	1	2	20.	2	2
4.	1	1	21.	1	1
5.	2	1	22.	2	1
6.	1	1	23.	2	1
7.	2	1	24.	1	1
8.	2	1	25.	2	1
9.	1	1	26.	2	1
10.	2	2	27.	1	2
11.	1	1	28.	2	1
12.	2	1	29.	2	1
13.	1	1	30.	1	1
14.	2	1	31.	2	1
15.	1	2	32.	1	1
16.	2	1	33.	1	1
17.	2	1			
รวม				51	38(89)
เฉลี่ย				1.55	1.15(2.7)

จากตารางที่ 4.18 จะได้ว่ารถตักมีอัตราการกินน้ำมันเท่ากับ 20 ลิตร/ (89/60) ชั่วโมง = 13.5 ลิตร/ชั่วโมง (สาเหตุที่เหลือเติมน้ำมันที่ 20 ลิตรเพราะว่าง่ายต่อการทดลองซึ่งจะใช้เวลาไม่มาก สำหรับการจดบันทึกตัวเลข ไม่กระทบต่อการทำงานของพนักงานมากนัก)

รูปที่ 4.23 รถบรรทุกของชาวนา

รูปที่ 4.24 การตักข้าวเปลือกของรถตัก

การคำนวณการใช้รถตักดันข้าวเปลือกรวมกอง จำนวน 1 คัน

อัตราการกินน้ำมันเฉลี่ย	=	13.5	จำนวนลิตรต่อชั่วโมง
เวลาสูญที่ประหยัดได้	=	98.9	นาทีต่อวัน
คิดเป็นการสูญเสียน้ำมัน	=	98.9 /60 x 13.5	
	=	22.25	ลิตรต่อวัน
1 เดือนทำงาน 28 วัน	=	623	ลิตรต่อเดือน
1 ปีทำงาน 12 เดือน	=	7,476	ลิตรต่อปี
คิดเป็นกำลังงานสูญเสีย	=	22.25 x 36.42	เมกะจูลต่อวัน

	=	810	เมกะจูลต่อวัน
1 เดือนทำงาน 28 วัน	=	22,680	เมกะจูลต่อเดือน
1 ปีทำงาน 12 เดือน	=	272,160	เมกะจูลต่อปี

คิดค่าใช้จ่ายพลังงานสูญเสีย

ค่าน้ำมันดีเซลลิตรละ	=	30	บาท
คิดเป็นเงินประมาณ	=	30 x 22.25	บาทต่อวัน
	=	667.5	บาทต่อวัน
หรือประมาณ	=	18,690	บาทต่อเดือน
หรือประมาณ	=	224,280	บาทต่อปี

ประเมินผลการลงทุน

ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน แต่ต้องอบรมทำความเข้าใจกับพนักงานขับรถตักเข้าใจถึงวิธีปฏิบัติการดันข้าวรวมกองให้มีเที่ยวการดันน้อยลงและขอความร่วมมือในการปฏิบัติ

4.4.8 มาตรการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นการวางแผน (Planning) การบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานเครื่องจักรตลอดจนหลีกเลี่ยงความเสียหายเนื่องจากการหยุดเดินเครื่องจักรที่ไม่อยู่ในแผนการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาโดยทั่วไปเริ่มตั้งแต่การทำความสะอาด การปรับแต่ง การหล่อลื่น การเปลี่ยนชิ้นส่วนเล็กน้อย เพื่อยืดอายุการใช้งานเครื่องจักร และส่วนประกอบที่เกี่ยวเนื่อง โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อลดความเสียหายของเครื่องจักรให้น้อยที่สุด ซึ่งจะช่วยให้ขบวนการผลิตดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง

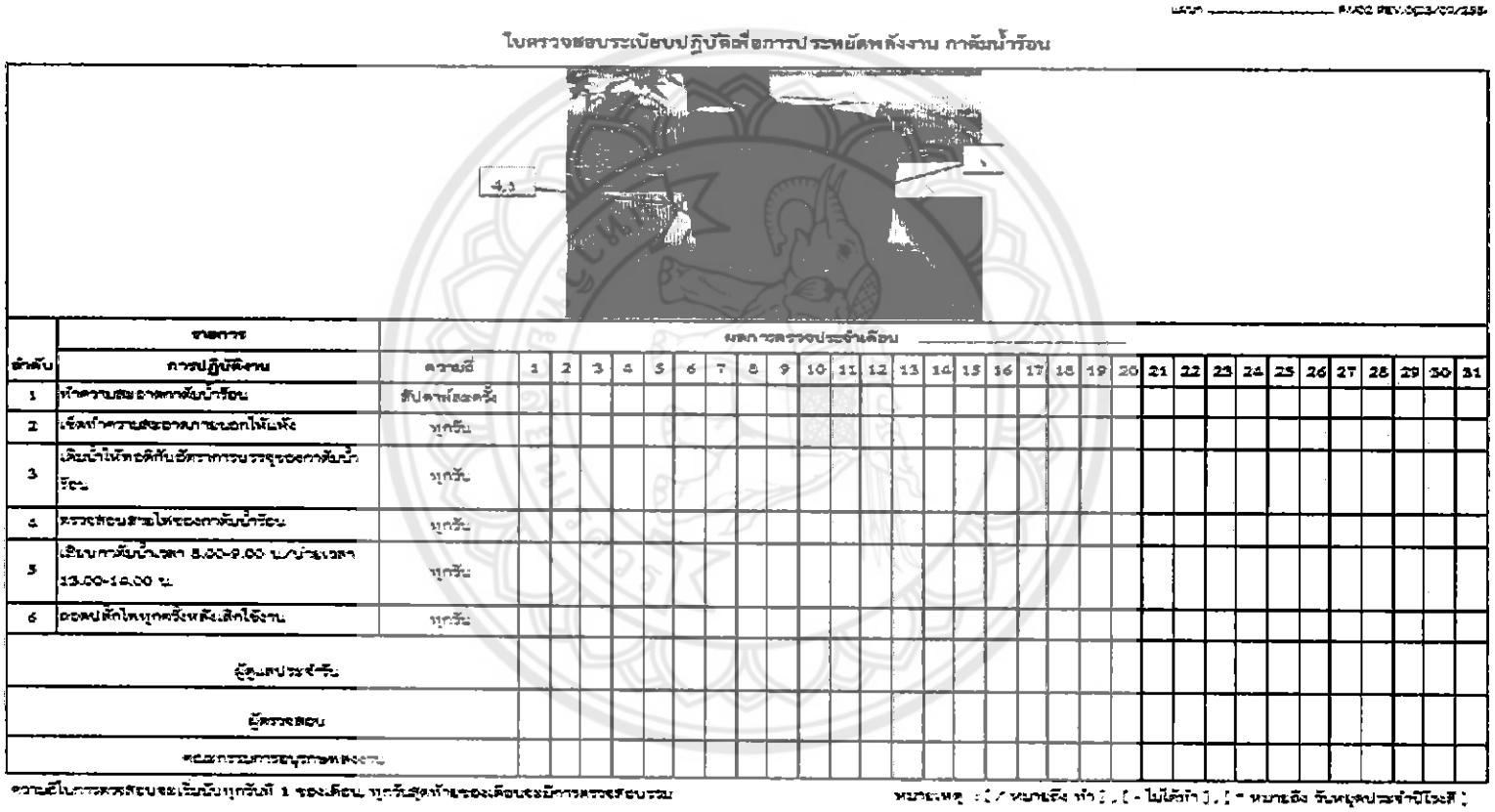
4.4.8.1 ระเบียบปฏิบัติ

ระเบียบปฏิบัติ คือ การบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานเครื่องจักรตลอดจนหลีก เลี่ยงความเสียหายเนื่องจากการหยุดเดินเครื่องจักรที่ไม่อยู่ในแผน โดยการแจ้งให้พนักงานทุกคนรับทราบแล้วปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ ดังตัวอย่างตารางที่ 4.19 (ระเบียบปฏิบัติของกระติกน้ำร้อน) และสามารถดูระเบียบปฏิบัติอื่นในภาคผนวก ค

ตารางที่ 4.19 ระเบียบปฏิบัติที่ใช้ประกาศในโรงงาน

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1.	ทำความสะอาดกาต้มน้ำร้อน (สัปดาห์ละครั้ง)	
2.	เช็ดทำความสะอาดภายนอกให้แห้ง (เช้าทุกวัน)	
3.	เติมน้ำให้พอดีกับอัตราการบรรจุของกาต้มน้ำร้อน (เช้าทุกวัน)	
4.	ตรวจสอบสายไฟของกาต้มน้ำร้อน (เช้าทุกวัน)	
5.	เสียบกาต้มน้ำเช้าเวลา 8.00-9.00 น./บ่ายเวลา 13.00-14.00 น.	
6.	ถอดปลั๊กไฟทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน	

(ระเบียบปฏิบัติอื่นมีต่อในภาคผนวก ค)



ใบตรวจสอบระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน กาต้มน้ำร้อน

ลำดับ	รายการ / การปฏิบัติงาน	ความถี่	ผลการตรวจประจำเดือน ____																												
			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	ทำความสะอาดกาต้มน้ำร้อน	สัปดาห์ละครั้ง																															
2	เช็คทำความสะอาดภายนอกให้แห้ง	ทุกวัน																															
3	เติมน้ำให้ถึงขีดกับอัตราการบรรจุของกาต้มน้ำร้อน	ทุกวัน																															
4	ตรวจสอบสายไฟของกาต้มน้ำร้อน	ทุกวัน																															
5	เปิดกาต้มน้ำเวลา 8.00-9.00 น./เวลา 13.00-14.00 น.	ทุกวัน																															
6	ถอดปลั๊กไฟทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน	ทุกวัน																															
ผู้ดูแลประจำวัน																																	
ผู้ตรวจสอบ																																	
คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงาน																																	

ความถี่ในการตรวจสอบระเบียบทุกวันที่ 1 ของเดือน ทุกวันสุดท้ายของเดือนจะมีการตรวจสอบรวม

หมายเหตุ : [/] หมายถึง ทำ [ ] [-] ไม่ได้ทำ [ ] [*] หมายถึง รับหมุดประจำปีโรงงาน

รูปที่ 4.25 ระเบียบปฏิบัติเครื่องจักร

(ระเบียบปฏิบัติเครื่องจักรอื่นมีต่อในภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.20 สรุปการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนของมาตรการลดการใช้พลังงาน

มาตรการ/กิจกรรม	ลงทุน (บาท)	ผลที่คาดว่าประหยัดได้											ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
		พลังงานไฟฟ้า			พลังงานน้ำมันดีเซล			พลังงานเชื้อเพลิงแกลบ			รวม		
		kWh	MJ	ราคา (บาท)	ลิตร	MJ	ราคา (บาท)	กิโลกรัม	MJ	ราคา (บาท)	MJ	ราคา (บาท)	
1. นำไอเสียจากเตามาอุ่นน้ำดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ	300,000	-	-	-	-	-	-	214,726	3,092,054.40	171,781	3,092,054.00	171,781	1.74
2. หุ้มฉนวนท่อส่งความร้อน	4,000	-	-	-	-	-	-	14,913	214,745	11,930	214,745	11,930	0.335
3. ล้าง Coil เย็น และ Coil ร้อน เครื่องปรับอากาศในสำนักงานและโรงสีจำนวน 15 ชุด	7,500	6,283	22,619	21,990	-	-	-	-	-	-	22,619	21,990	0.34
4. ลดเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน	-	1,986	7,150	6,951	-	-	-	-	-	-	7,150	6,951	-
5. มาตรการลดการเสียบกระติกน้ำร้อนแช่ทั้งวัน	-	739	2,660	2,587	-	-	-	-	-	-	2,660	2,587	-
6. ลดเวลารอคอยการขนข้าวสารไปส่งลูกค้า	-	-	-	-	5,598	203,868	168,000	-	-	-	203,868	168,000	-
7. ลดจำนวนครั้งการใช้รถตักดันข้าวเปลือกกองรวม	-	-	-	-	7,476	272,160.00	224,280	-	-	-	272,160.00	224,280	-
8. มาตรการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	เป็นมาตรการที่ให้ผลทางอ้อมไม่สามารถวัดเป็นตัวเลขได้												
รวม	311,500	9,008	32,429	31,528	13,074	476,028	392,280	229,639	3,306,799	183,711	3,815,256	607,519	-

4.5 ติดตามมาตรการและระเบียบปฏิบัติ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลประจำทุกเดือน

จากที่ได้ออกมาตรการประหยัดพลังงานและระเบียบปฏิบัติไปแล้ว ต้องทำความเข้าใจกับพนักงานให้ทำตามมาตรการและระเบียบปฏิบัติให้เป็นงานประจำต้องทำเพื่อที่จะประหยัดพลังงานและสอบถามการใช้ใบตรวจสอบระเบียบปฏิบัติว่ามีปัญหาอย่างไรบ้าง ซึ่งก็มีดังนี้ คือ ใบตรวจสอบระเบียบปฏิบัติเดิมได้แยกเป็นแผนกทำให้บางเครื่องจักรมีใบตรวจสอบระเบียบปฏิบัติไม่เหมือนกันและมีหลายใบ จึงแก้ปัญหาโดยแยกใบตรวจสอบระเบียบปฏิบัติตามชนิดของเครื่องจักรซึ่งรายละเอียดระเบียบปฏิบัติต่างก็จะควบคุมเครื่องจักรทุกแผนกทำให้ลดจำนวนใบตรวจสอบระเบียบปฏิบัติลง เพื่อสะดวกในการใช้งาน

4.6 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีชี้วัดหลังทำมาตรการประหยัดพลังงาน

เก็บรวบรวมข้อมูลใบเสร็จค่าไฟฟ้า ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลในช่วงทำการศึกษา (มิถุนายน - ธันวาคม 2554) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลัง ที่จะนำมาวิเคราะห์ว่ามีปริมาณการใช้พลังงานลดลงหรือไม่ ลดลงมากน้อยเพียงใด

ตารางที่ 4.21 ผลผลิตข้าวนึ่งของเดือนมิถุนายน 2554 - เดือนธันวาคม 2554 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

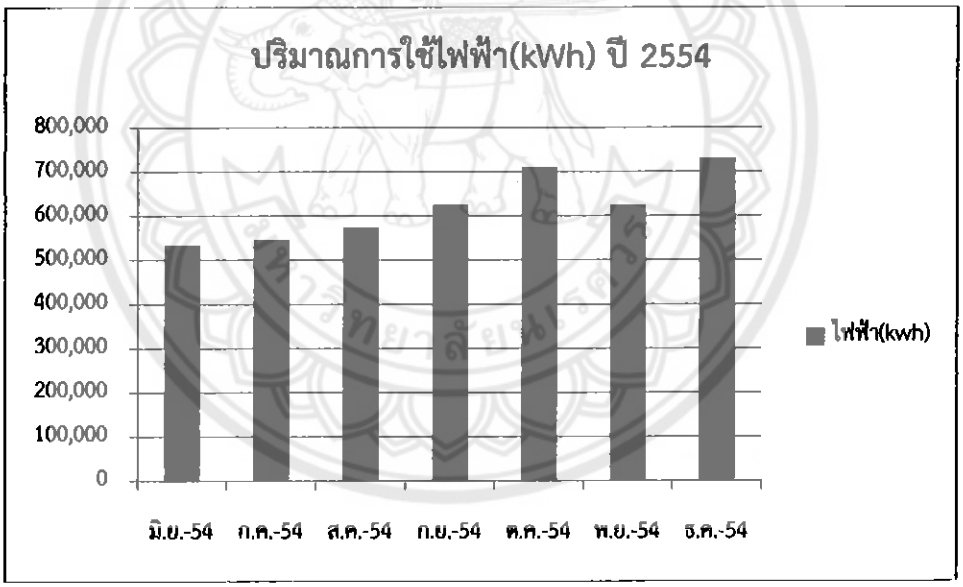
เดือน/ปี	ปริมาณการผลิต
	ผลผลิตข้าวสารนึ่ง (ตัน)
มิถุนายน 54	4,065
กรกฎาคม 54	4,347
สิงหาคม 54	3,789
กันยายน 54	3,347
ตุลาคม 54	3,713
พฤศจิกายน 54	5,567
ธันวาคม 54	5,678
รวม	30,727
เฉลี่ย	4,390

4.6.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงสีข้าว

หลังจากออกมาตรการและระเบียบปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์พลังงานให้กับโรงสีข้าว ได้เก็บข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเดือนมิถุนายน 2554 ธันวาคม 2554 ได้ดังตาราง 4.22

ตารางที่ 4.22 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2554 - ธันวาคม 2554) ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

เดือน/ปี	รวม (kWh)	จำนวนเงิน (บาท)
มิถุนายน 54	533,445	1,664,349
กรกฎาคม 54	547,320	1,672,882
สิงหาคม 54	574,440	1,777,906
กันยายน 54	625,220	2,052,207
ตุลาคม 54	710,190	2,261,005
พฤศจิกายน 54	625,380	2,189,771
ธันวาคม 54	730,261	2,327,725
รวม	4,346,256	13,945,845
เฉลี่ย	620,894	1,992,264



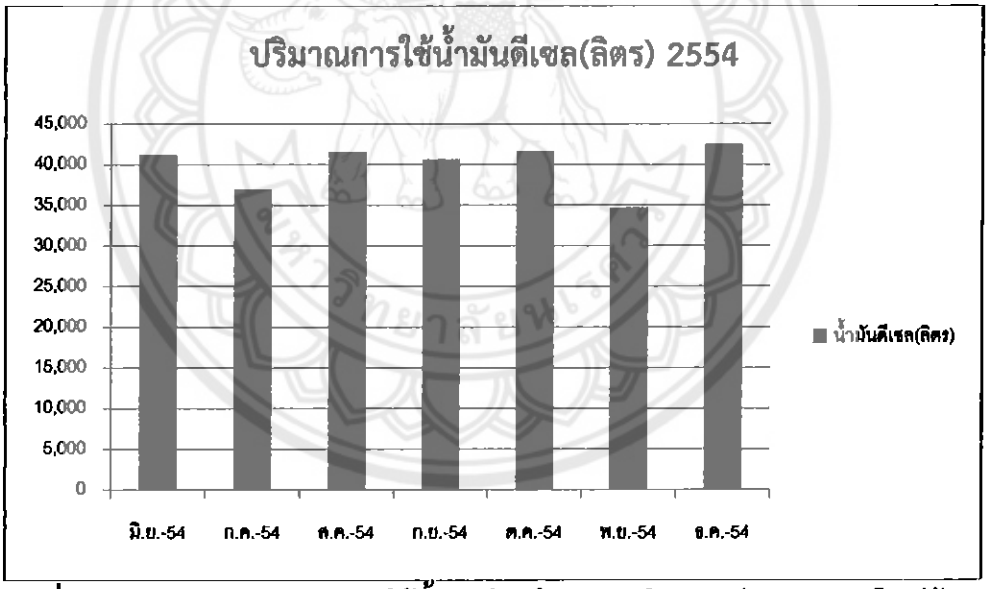
รูปที่ 4.26 กราฟแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนของปี 2554 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

4.6.2 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลของโรงงานสีข้าว

หลังจากออกมาตรการและระเบียบปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์พลังงานให้กับโรงสีข้าว ได้เก็บข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลในช่วงเดือนมิถุนายน 2554 3 ธันวาคม 2554 ได้ดังตาราง 4.23

ตารางที่ 4.23 ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2554 - ธันวาคม 2554) ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

เดือน/ปี	น้ำมันดีเซล	
	ปริมาณ (ลิตร)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
มิถุนายน 54	41,207	1,236,210.00
กรกฎาคม 54	37,029	1,110,870.00
สิงหาคม 54	41,567	1,247,010.00
กันยายน 54	40,655	1,219,650.00
ตุลาคม 54	41,710	1,251,300.00
พฤศจิกายน 54	34,744	1,042,320.00
ธันวาคม 54	42,539	1,276,170.00
รวม	279,451.00	8,383,530.00
เฉลี่ย/เดือน	39,921.57	1,197,647.14



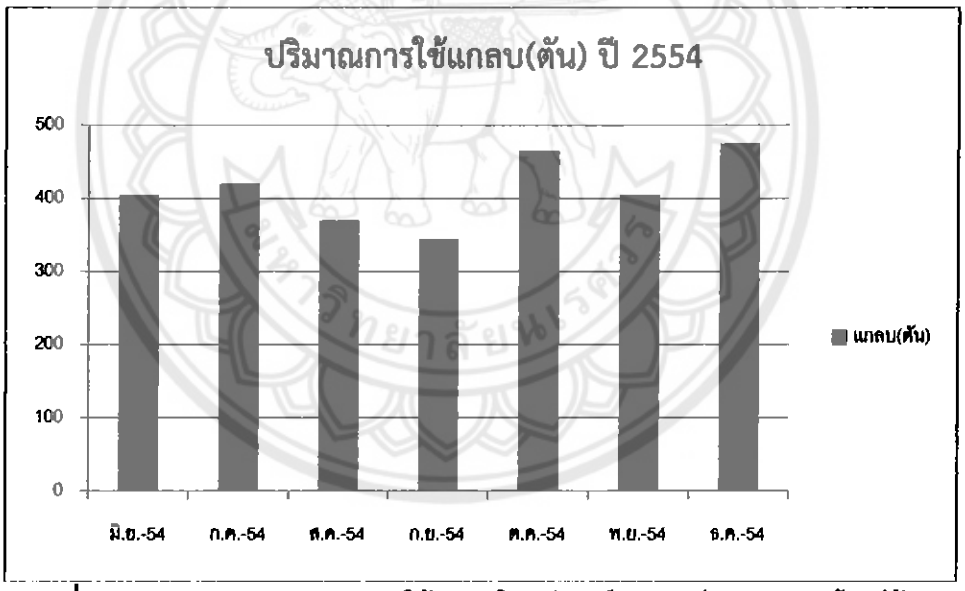
รูปที่ 4.27 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในแต่ละเดือนของปี 2554 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

4.6.3 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงแกลบของโรงงานสีข้าว

หลังจากออกมาตรการและระเบียบปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์พลังงานให้กับโรงสีข้าว ได้เก็บข้อมูลปริมาณการใช้แกลบในช่วงเดือนมิถุนายน 2554 - ธันวาคม 2554 ได้ดังตาราง 4.24

ตารางที่ 4.24 ปริมาณการใช้แกลบในการผลิตข้าวสารนึ่ง (มิถุนายน 2554 - ธันวาคม 2554) ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

เดือน/ปี	แกลบ	
	ปริมาณ (ตัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
มิถุนายน 54	405	-
กรกฎาคม 54	420	-
สิงหาคม 54	370	-
กันยายน 54	345	-
ตุลาคม 54	465	-
พฤศจิกายน 54	405	-
ธันวาคม 54	475	-
รวม	2,885	-
เฉลี่ย/เดือน	412.14	-



รูปที่ 4.28 กราฟแสดงปริมาณการใช้แกลบในแต่ละเดือนของปี 2553 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

ตารางที่ 4.25 ดัชนีการใช้พลังงานหลังทำโครงงาน ปี 2554 (มิถุนายน 2554 - ธันวาคม 2554)

เดือน/ปี 54	ผลผลิตต่อเดือน (ตัน)	ปริมาณการใช้พลังงาน						ดัชนีการใช้พลังงาน						
		ไฟฟ้า		น้ำมันดีเซล		แกลบ		ไฟฟ้า		น้ำมันดีเซล		แกลบ		รวม
		kWh	MJ	ลิตร	MJ	ตัน	MJ	kWh/หน่วย	MJ/หน่วย	ลิตร/หน่วย	MJ/หน่วย	ตัน/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย
มิถุนายน	4,065	533,445	1,920,402	41,207	1,500,762.6	405	5,832,000	131.22	472.42	10.13	369.19	0.099	1,434.68	2,276.30
กรกฎาคม	4,347	547,320	1,970,352	37,029	1,348,607.1	420	6,048,000	125.90	453.26	8.51	310.23	0.096	1,391.30	2,154.81
สิงหาคม	3,789	574,440	2,067,984	41,567	1,513,862.9	370	5,328,000	151.60	545.78	10.97	399.54	0.0975	1,406.17	2,351.50
กันยายน	3,347	625,220	2,250,792	40,655	1,480,651.5	345	4,968,000	186.80	672.48	12.14	442.38	0.103	1,484.31	2,599.17
ตุลาคม	3,713	710,190	2,556,684	41,710	1,519,070.9	465	6,696,000	191.27	688.57	11.23	409.12	0.125	1,803.39	2,901.09
พฤศจิกายน	5,567	625,380	2,251,368	34,744	1,265,358.3	405	5,832,000	112.33	404.41	6.24	227.29	0.072	1,047.60	1,679.31
ธันวาคม	5,678	730,261	2,628,939.6	42,539	1,549,277.7	475	6,840,000	128.61	463	7.4	272.85	0.083	1,204.64	1,940.51
รวม	30,506	4,346,256	15,646,521.6	279,450.60	10,177,591	2,885	41,544,000	1027.76	3,699.95	66.73	2,430.62	0.678	9,772.12	15,902.7
สูงสุด	5678	730,261	2,628,939.6	42,539	1,549,277.7	475	6,840,000	191.27	688.57	12.14	442.38	0.125	1,803.39	2,901.09
ต่ำสุด	3347	533,445	1,920,402	34,744	1,265,358.3	345	4,968,000	112.33	404.41	6.24	227.29	0.072	1,047.60	1,679.31
เฉลี่ย/เดือน	4,358	620,894	2,235,217	39,921.51	1,453,941.55	412.14	5,934,857.14	142.47	512.89	9.16	333.62	0.094	1361.83	2,208.35

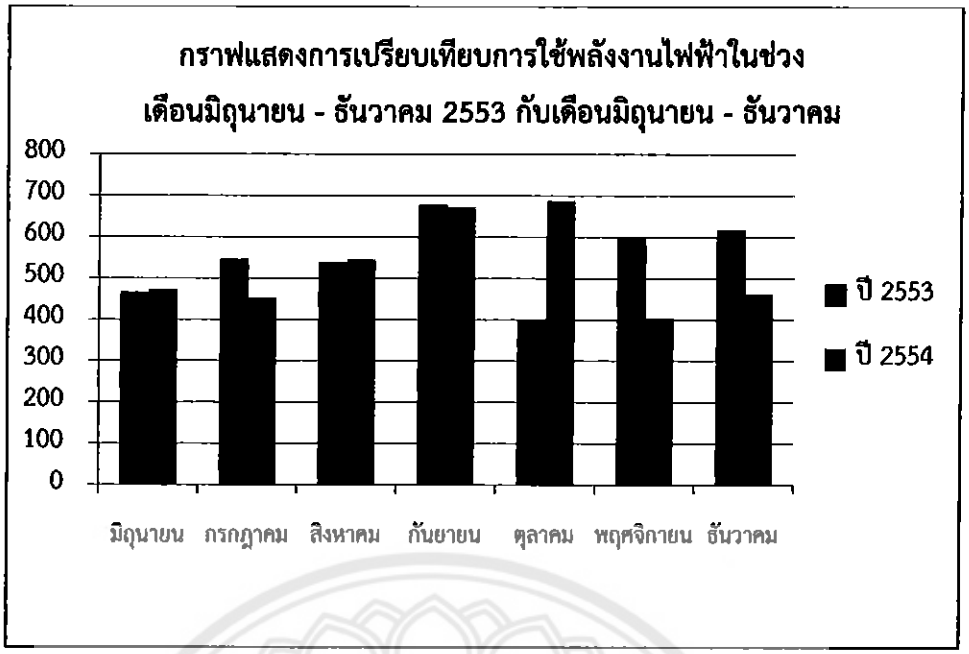
4.7 เปรียบเทียบดัชนีชี้วัดก่อนทำ - หลังทำ การปฏิบัติงาน

นำดัชนีชี้วัดก่อนทำมาเปรียบเทียบกับดัชนีชี้วัดหลังทำโครงงาน เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของโรงสีข้าวที่สามารถอนุรักษ์พลังงานได้เท่าไรในแต่ละเดือน หลังจากที่ได้ปฏิบัติตามมาตรการต่างๆ ที่ออกไปและการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ช่วยในการอนุรักษ์พลังงานได้โดยทางอ้อม

ตารางที่ 4.26 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซล และแกลบ เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554

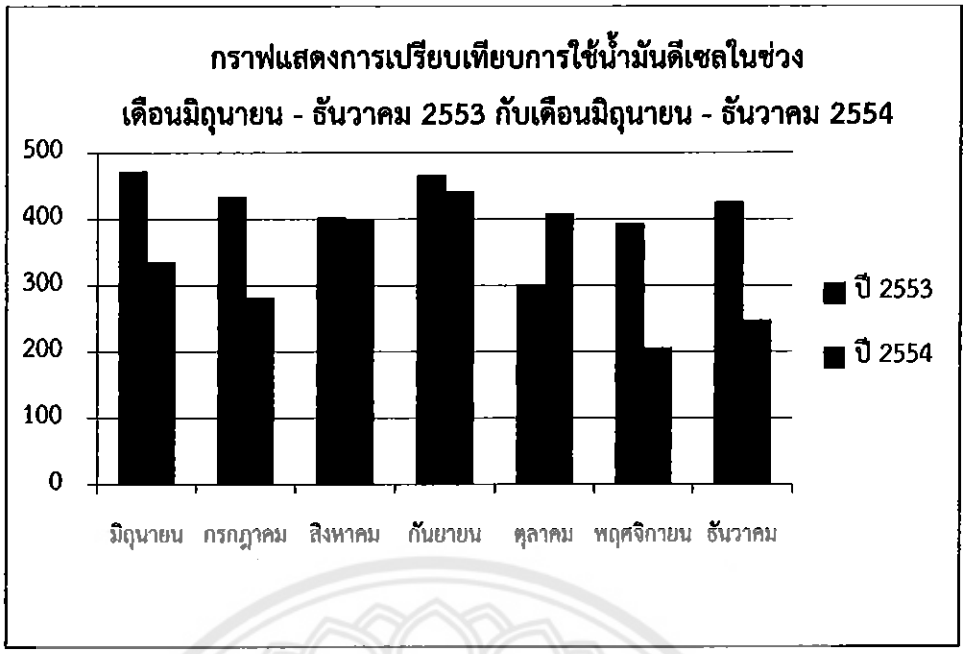
เดือน	ดัชนีการใช้พลังงานของปี2553					ดัชนีการใช้พลังงานของปี2554				
	ผลผลิต ต่อเดือน (ตัน)	ไฟฟ้า	น้ำมันดีเซล	แกลบ	รวม	ผลผลิต ต่อเดือน (ตัน)	ไฟฟ้า	น้ำมันดีเซล	แกลบ	รวม
		MJ/ หน่วย	MJ/ หน่วย	MJ/ หน่วย	MJ/ หน่วย		MJ/ หน่วย	MJ/ หน่วย	MJ/ หน่วย	MJ/ หน่วย
มิถุนายน	3,942	466.3	472.4	1589.04	2,527.75	4,065	472.42	335.62	1434.68	2,276.30
กรกฎาคม	3,920	545.93	433.85	1653.06	2,632.85	4,347	453.26	282.03	1391.3	2,154.81
สิงหาคม	4,756	538.42	402.93	1362.48	2,303.85	3,789	545.78	399.54	1,406.17	2,351.50
กันยายน	3,543	679	466.1	1707.02	2,852.13	3,347	672.48	442.38	1,484.31	2,599.17
ตุลาคม	5,177	396.89	300.27	1251.69	1,948.85	3,713	688.57	409.12	1,803.39	2,901.09
พฤศจิกายน	3,961	596.68	394.16	1581.41	2,572.27	5,567	404.41	206.63	1047.6	1,679.31
ธันวาคม	3,209	617.3	426.17	1548.14	2,591.62	5,678	463	248.05	1,204.64	1,940.51
รวม	29,241	3840.54	2895.92	10692.87	17,429.33	30,727	3,699.95	2,430.62	9,772.12	15,902.7
เฉลี่ย	4,177	524.77	397.21	1470.09	2,392.07	4,358	512.89	333.62	1361.83	2,208.35

จากตารางนำไปเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงออกมาในรูปแบบแผนภูมิกราฟแท่งโดยแยกประเภทพลังงานได้ดังนี้



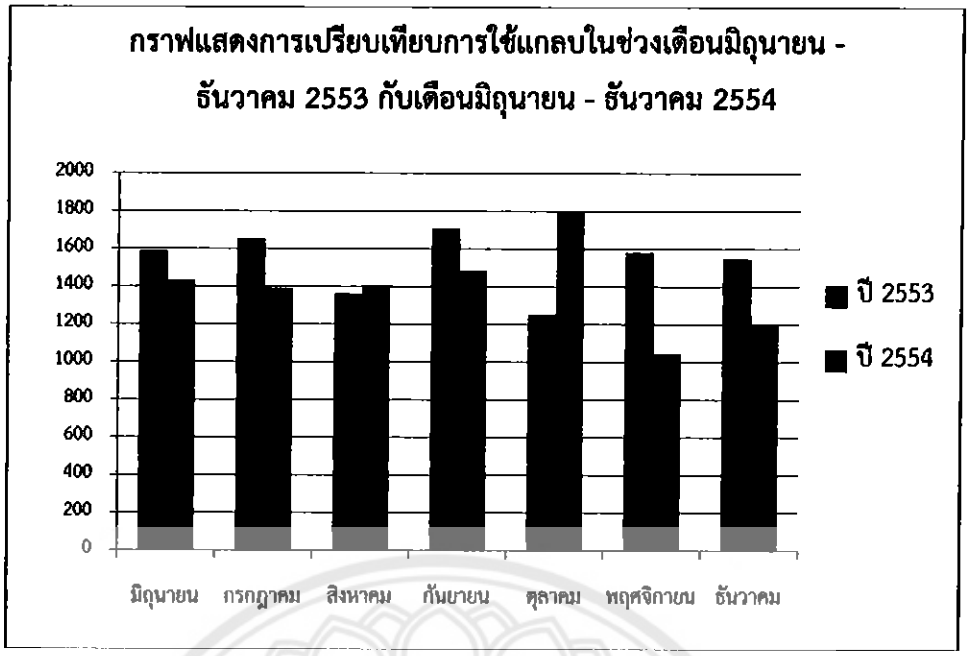
รูปที่ 4.29 กราฟการเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้า เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือน มิถุนายน - ธันวาคม 2554

จากกราฟการเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้า เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือน มิถุนายน - ธันวาคม 2554 แสดงให้เห็นว่าเดือนตุลาคม 2554 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตมากขึ้นกว่าการใช้ไฟฟ้าในเดือนตุลาคม 2553 เนื่องจากโรงสีข้าวได้ผลิตถึงแค่กระบวนการอบข้าวแล้วเก็บไว้ในถังไม่มีกระบวนการสีข้าวต่อ เพราะผลผลิตข้าวสารไม่สามารถขายได้อันเนื่องมาจากสถานการณ์น้ำท่วม โรงสีข้าวจึงทำได้เพียงแค่อบข้าวเก็บไว้ก่อน คงมีข้าวบางส่วนที่สามารถขายออกไปได้ จึงทำให้การเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตมีค่าค่อนข้างสูง พอถึงเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2554 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า เดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2553 อย่างชัดเจนเนื่องจากได้นำข้าวที่อบเก็บไว้ในเดือนตุลาคม 2554 มาสีเป็นข้าวสาร ซึ่งกระบวนการผลิตจะน้อยลงใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตลดลงอย่างมาก อีกทั้งช่วงเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2554 ได้มีนโยบายของรัฐบาลในการจำนำข้าว ทำให้ชาวนานำข้าวมากขายให้โรงสีข้าวมากขึ้น โรงสีข้าวผลิตข้าวสารในปริมาณมากเพื่อขายให้กับรัฐบาล



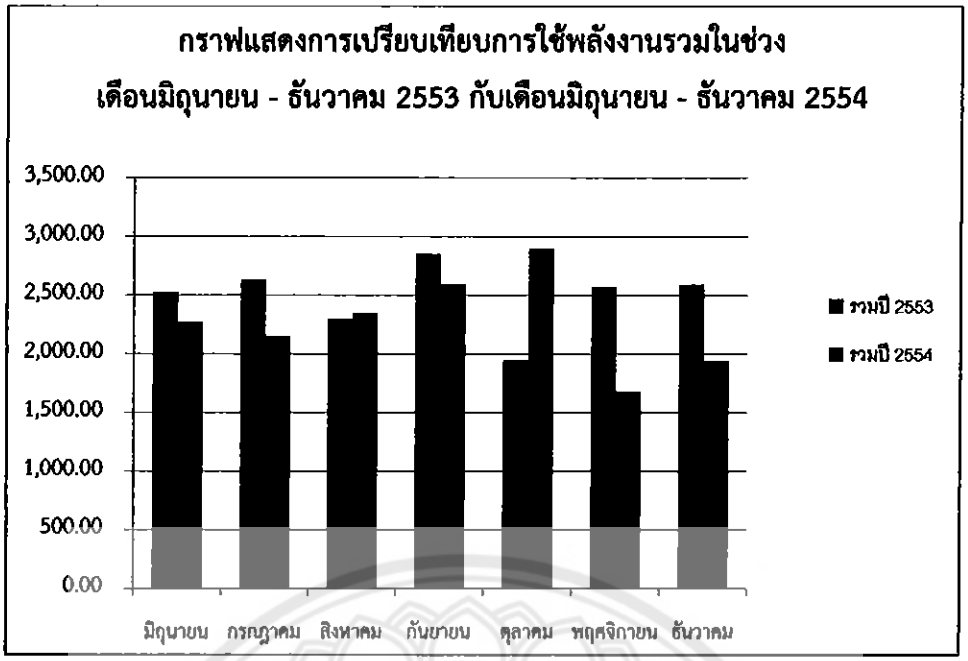
รูปที่ 4.30 กราฟการเปรียบเทียบการใช้น้ำมันดีเซล เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554

จากกราฟแสดงการเปรียบเทียบการใช้น้ำมันดีเซล (เมกะจูล/หน่วยผลผลิต) เดือนเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554 แสดงให้เห็นว่าเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 มีการใช้น้ำมันดีเซลมากกว่าเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554 เนื่องจากเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554 โรงสีข้าวนำมาตรการประหยัดพลังงานรถตักกับรถบรรทุกไปใช้ เดือนตุลาคม 2554 มีการใช้พลังงานน้ำมันดีเซลในการผลิตมากขึ้นกว่าการใช้น้ำมันดีเซลในเดือนตุลาคม 2553 เนื่องจากโรงสีข้าวได้ผลิตถึงแค่กระบวนการอบข้าวแล้วเก็บไว้ในถังไม่มีกระบวนการสีข้าวต่อ เพราะผลผลิตข้าวสารไม่สามารถขายได้อันเนื่องมาจากสถานการณ์น้ำท่วม โรงสีข้าวจึงทำได้เพียงแค่อบข้าวเก็บไว้ก่อน



รูปที่ 4.31 กราฟการเปรียบเทียบการใช้แกลบ เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554

จากกราฟการเปรียบเทียบการใช้แกลบ (เมกะจูล/หน่วยผลผลิต) เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการใช้แกลบในปี 2554 ลดลงกว่าปริมาณการใช้แกลบในปี 2553 เนื่องจากมีการนำมาตรการการประหยัดพลังงานเข้าไปใช้ แต่เดือนตุลาคม 2554 มีการใช้พลังงานเชื้อเพลิงแกลบในการผลิตมากขึ้นกว่าการใช้เชื้อเพลิงแกลบในเดือนตุลาคม 2553 เนื่องจากโรงสีข้าวได้ผลิตถึงกระบวนการอบข้าวแล้วเก็บไว้ในถังไม่มีกระบวนการสีข้าวต่อ เพราะผลผลิตข้าวสารไม่สามารถขายได้อันเนื่องมาจากสถานการณ์น้ำท่วม โรงสีข้าวจึงทำได้เพียงแค่อบข้าวเก็บไว้ก่อน



รูปที่ 4.32 กราฟการเปรียบเทียบการใช้พลังงานรวม เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554

จากกราฟแสดงให้เห็นว่า เมื่อได้จัดทำมาตรการให้โรงสีข้าวปฏิบัติสามารถลดพลังงานต่อหน่วยการผลิตลงได้ผลรวมพลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซล และแกลบมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับช่วงก่อนทำก่อนทำโครงการเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 แต่สำหรับเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2554 การใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตลดลงมาก และเดือนตุลาคมมีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตค่อนข้างสูงก็เนื่องจาก การเปรียบเทียบการใช้พลังงานจะใช้หน่วย เมกะจูล/หน่วยผลผลิต ในเดือนตุลาคมมีการผลิตที่ไม่ทำให้เกิดผลผลิตออกมาเพราะโรงสีข้าวได้ทำการผลิตถึงแค่กระบวนการอบข้าวแล้วก็เก็บข้าวไว้ในถังเป็นส่วนมากซึ่งไม่ได้นับจำนวนข้าวไว้ด้วย ที่โรงสีข้าวต้องอบข้าวเก็บไว้ก่อนนั้นเนื่องจากช่วงเดือนตุลาคมเกิดสถานการณ์น้ำท่วมในประเทศไทย ข้าวที่ผลิตออกมาจึงขายไม่ค่อยได้ แต่พอถึงเดือนเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2554 มีการใช้พลังงานรวมลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2553 อันเนื่องมาจากที่โรงสีข้าวได้นำข้าวจากในถังที่อบเสร็จแล้วมาสีออกเป็นผลผลิตข้าวสาร จึงทำให้เมื่อเทียบกับหน่วย เมกะจูล/ตันผลผลิตจึงออกมาใช้พลังงานน้อยมาก อีกทั้งช่วงเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2554 ได้มีนโยบายของรัฐบาลในการจำนำข้าว ทำให้ชาวนานำข้าวมากขายให้โรงสีข้าวมากขึ้น โรงสีข้าวผลิตข้าวสารในปริมาณมากเพื่อขายให้กับรัฐบาล ช่วงเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2554 จึงมีผลผลิตออกมามากในขณะที่ใช้พลังงานลดลง

4.8 สรุปผลและจัดทำโครงงาน

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิต พบว่าพลังงานหลักๆ ที่ใช้ในโรงงานนี้คือ พลังงานไฟฟ้า พลังงานน้ำมันดีเซล และพลังงานเชื้อเพลิงแกลบ โดยพลังงานที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมากที่สุดคือ พลังงานเชื้อเพลิงแกลบ เพราะในกระบวนการผลิตของโรงสีข้าวมีการใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ของแกลบเป็นหลัก พลังงานไฟฟ้าใช้เดินมอเตอร์เพื่อการลำเลียง การสีข้าว การส่องสว่าง ระบบอัดอากาศและเครื่องปรับอากาศ ส่วนพลังงานน้ำมันดีเซลใช้ในการขนส่งข้าวสารไปยังลูกค้า ใช้ดันข้าวเปลือกให้กองรวมกัน และดันข้าวเปลือกใส่ไซโลอบ ดังนั้นในการจัดทำการอนุรักษ์พลังงานภายในโรงสีข้าวมันนี้ ควรที่จะเน้นในด้านการใช้พลังงานเชื้อเพลิงแกลบ ซึ่งเป็นพลังงานที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมากที่สุด ได้เปรียบเทียบการใช้พลังงานแต่ละชนิดในเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553 กับเดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2554 ได้ดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 สรุปผลการประหยัดพลังงาน

เดือน/ปี	ปี 2553					ปี 2554				
	ผลผลิตต่อหน่วย (ตัน)	ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงงาน				ผลผลิตต่อหน่วย (ตัน)	ดัชนีการใช้พลังงานหลังทำโครงงาน			
		ไฟฟ้า	น้ำมันดีเซล	แกลบ	รวม		ไฟฟ้า	น้ำมันดีเซล	แกลบ	รวม
		MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย		MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย
มิถุนายน	3,942	466.30	472.40	1589.04	2527.74	4,065	472.42	335.62	1434.68	2,276.30
กรกฎาคม	3,920	545.93	433.85	1653.06	2632.84	4,347	453.26	282.03	1391.3	2,154.81
สิงหาคม	4,756	538.42	402.93	1362.48	2303.83	3,789	545.78	399.54	1,406.17	2,351.50
กันยายน	3,543	679.00	466.10	1707.02	2852.12	3,347	672.48	442.38	1,484.31	2,599.17
ตุลาคม	5,177	396.89	300.27	1251.69	1948.85	3,713	688.57	409.12	1,803.39	2,901.09
พฤศจิกายน	3,961	596.68	394.16	1581.41	2572.25	5,567	404.41	206.63	1047.6	1,679.31
ธันวาคม	3,209	617.30	426.17	1548.14	2591.61	5,678	463	248.05	1,204.64	1,940.51
รวม	29,241	3840.54	2895.92	10692.87	17429.33	30,727	3,699.95	2,430.62	9,772.12	15,902.7
เฉลี่ย/เดือน	4,177	524.77	397.21	1470.09	2,392.07	4,358	512.89	333.62	1361.83	2,208.35
เปรียบเทียบ	2,392.07 MJ/หน่วย					2,208.35 MJ/หน่วย				
ลดลง	ร้อยละ 7.66									

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการทำโครงงานวิจัย

5.1.1 สรุปผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

จากการศึกษา และดำเนินการอนุรักษ์พลังงานให้กับโรงสีข้าว ถ้ามีการบริหารงานที่ดีและการปฏิบัติอย่างจริงจังจะทำให้การใช้พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลลดลง โดยการออกมาตรการ และระเบียบปฏิบัติ จากการดาดการณ์โดยการคำนวณไว้ดังนี้

5.1.1.1 มาตรการนำไอเสียจากเตามาอุ่นน้ำดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนป้อนเข้าหม้อ

ลดการใช้แกลบได้ 214,726 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 171,781 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 1.74 ปี

5.1.1.2 มาตรการหุ้มฉนวนท่อส่งความร้อน

ลดการใช้แกลบได้ 14,913 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 11,930 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 0.355 ปี

5.1.1.3 ล้าง Coil เย็น และ Coil ร้อนเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน และโรงสี จำนวน 15 ชุด

ลดการใช้ไฟฟ้าได้ 6,283 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 21,990 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 0.34 ปี

5.1.1.4 ลดเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน

ไม่ได้นำไปปฏิบัติ เนื่องจากผู้บริหารเห็นว่าประหยัดเงินได้น้อย และอาจส่งผลต่อการทำงานของพนักงาน

5.1.1.5 มาตรการลดการเสียบกระติกน้ำร้อนแช่ทั้งวัน

ไม่ได้นำไปปฏิบัติ เนื่องจากผู้บริหารเห็นว่าประหยัดเงินได้เพียงเล็กน้อย และลดค่าพลังงานลงได้น้อยมากเมื่อเทียบกับมาตรการอื่นๆ

5.1.1.6 มาตรการลดเวลารอคอยการขนข้าวสารไปส่งลูกค้า

ลดการใช้น้ำมันดีเซลได้ 5,598 ลิตรต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 168,000 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุนสามารถคืนทุนได้ทันทีเมื่อมีการปฏิบัติ

5.1.1.7 มาตรการลดจำนวนครั้งการใช้รถตักดันข้าวเปลือกกองรวม

ลดการใช้น้ำมันดีเซลได้ 13,003 ลิตรต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 390,096 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุนสามารถคืนทุนได้ทันทีเมื่อมีการปฏิบัติ

5.1.1.8 มาตรการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

สามารถลดการใช้พลังงานลดได้ แต่การเก็บข้อมูลจะทำได้ยาก ไม่สามารถวัดเป็นค่าตัวเลขผลการลดพลังงานที่แน่นอน จึงเป็นการลดพลังงานโดยทางอ้อมโดยภาพรวมที่ทำให้เครื่องจักรทำงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น ลดการการหยุดทำงานของเครื่องจักร ลดเครื่องจักรเสียให้น้อยที่สุด ทำให้ขบวนการผลิตดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 5.1 สรุปผลความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์จากการคาดการณ์

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน		ใช้ลดลงต่อปี	พลังงาน (เมกะจูล)	ผลประหยัด (บาทต่อปี)	ด้านเศรษฐศาสตร์	
					เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน(ปี)
1. นำไอเสียจากเตามาอุ่นน้ำดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ		214,726 กก.	3,092,054	171,781	300,000	1.74
2. มาตรการหุ้มฉนวนท่อส่งความร้อน		14,913 กก.	214,745	11,930	4,000	0.335
3. ล้าง Coil เย็น และ Coil ร้อน เครื่องปรับอากาศในสำนักงาน และโรงสีจำนวน 15 ชุด		6,283 kWh	22,619	21,990	7,500	0.34
4. ลดเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน		ไม่ได้นำไปปฏิบัติ				
5. มาตรการลดการเสียบกระติกน้ำร้อนแช่ทั้งวัน		ไม่ได้นำไปปฏิบัติ				
6. มาตรการลดเวลารอคอยการขนข้าวสารไปส่งลูกค้า		5,598 ลิตร	203,868	168,000	-	-
7. มาตรการลดเวลารอคอยการใช้รถตักดันข้าวเปลือกรวมกอง		13,003 ลิตร	473,592	390,096	-	-
8. ซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน		เป็นมาตรการที่ให้ผลทางอ้อมไม่สามารถวัดเป็นตัวเลขได้				
รวมผลประหยัด	ไฟฟ้า	6,283 kWh	22,619	21,990	7,500	-
	น้ำมันดีเซล	18,601 ลิตร	677,460	558,096	-	-
	แกลบ	229,639 กก.	3,306,799	183,711	304,000	-
	รวม	-	4,006,878	763,797	311,500	-

จากตารางที่ 5.1 จะเป็นผลที่คาดหวังของการประหยัดพลังงาน ตามมาตรการและระเบียบปฏิบัติที่ได้จัดทำให้แก่โรงสีข้าว โดยผลลัพธ์จะมากหรือน้อยนั้น จะขึ้นอยู่กับการบริหารงานและทำอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

5.1.2 สรุปผลดัชนีชี้วัดพลังงานช่วงการทำโครงงาน

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิต แสดงให้เห็นว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานน้ำมันดีเซล และพลังงานเชื้อเพลิงแกลบ ซึ่งพบว่าพลังงานที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมากที่สุดคือพลังงานเชื้อเพลิงแกลบ เพราะในกระบวนการผลิตของโรงสีข้าวมีการใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ของแกลบเป็นหลัก พลังงานไฟฟ้าใช้เดินมอเตอร์เพื่อการลำเลียง การสีข้าว การส่องสว่าง ระบบอัดอากาศ และเครื่องปรับอากาศ ส่วนพลังงานน้ำมันดีเซลใช้ในการขนส่งข้าวสารไปยังลูกค้า ใช้ดันข้าวเปลือกให้กองรวมกัน และดันข้าวเปลือกใส่ไซโลอบ ดังนั้นในการจัดทำการอนุรักษ์พลังงานภายในโรงสีข้าวมันนี้ควรที่จะเน้นในด้านการใช้พลังงานเชื้อเพลิงแกลบ ซึ่งเป็นพลังงานที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมากที่สุด สรุปไว้ในตารางที่ 5.2

หลังจากที่ออกมาตรการอนุรักษ์พลังงาน พร้อมทั้งประชุมร่วมกับทีมงานอนุรักษ์พลังงานของโรงสีข้าวเพื่อออกมาตรการประหยัดพลังงาน โรงสีข้าวก็ได้ดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงาน แล้วพบว่าค่าดัชนีการใช้พลังงานรวมของโรงสีข้าวเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตในช่วงก่อนทำโครงงาน มีปริมาณการใช้พลังงานอยู่ที่ 2,392.0 เมกะจูล/หน่วยผลผลิต แต่ในช่วงทำโครงงาน จะเห็นได้ว่าค่าดัชนีการใช้พลังงานรวมของโรงสีข้าวเปรียบเทียบกับผลผลิต มีการใช้พลังงานต่อหน่วยลดลง คือ 2,208.35 เมกะจูล/หน่วยผลผลิต คิดเป็นร้อยละ 7.68 ที่ลดลง จึงถือว่า การอนุรักษ์พลังงานประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 5.2 สรุปผลการประหยัดพลังงาน

เดือน/ปี	ปี 2553					ปี 2554				
	ผลผลิตต่อหน่วย (ตัน)	ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงงาน				ผลผลิตต่อหน่วย (ตัน)	ดัชนีการใช้พลังงานหลังทำโครงงาน			
		ไฟฟ้า	น้ำมันดีเซล	แกลบ	รวม		ไฟฟ้า	น้ำมันดีเซล	แกลบ	รวม
		MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย		MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย
มิถุนายน	3,942	466.30	472.40	1589.04	2527.74	4,065	472.42	335.62	1434.68	2,276.30
กรกฎาคม	3,920	545.93	433.85	1653.06	2632.84	4,347	453.26	282.03	1391.3	2,154.81
สิงหาคม	4,756	538.42	402.93	1362.48	2303.83	3,789	545.78	399.54	1,406.17	2,351.50
กันยายน	3,543	679.00	466.10	1707.02	2852.12	3,347	672.48	442.38	1,484.31	2,599.17
ตุลาคม	5,177	396.89	300.27	1251.69	1948.85	3,713	688.57	409.12	1,803.39	2,901.09
พฤศจิกายน	3,961	596.68	394.16	1581.41	2572.25	5,567	404.41	206.63	1047.6	1,679.31
ธันวาคม	3,209	617.30	426.17	1548.14	2591.61	5,678	463	248.05	1,204.64	1,940.51
รวม	29,241	3840.54	2895.92	10692.87	17429.33	30,727	3,699.95	2,430.62	9,772.12	15,902.7
เฉลี่ย/เดือน	4,177	524.77	397.21	1470.09	2392.07	4,358	512.89	333.62	1361.83	2,208.35
เปรียบเทียบ	2,392.07 MJ/หน่วย					2,208.35 MJ/หน่วย				
ลดลง	ร้อยละ 7.68									

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ผู้บริหารควรให้การสนับสนุน และติดตามผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะทำให้มีการใช้พลังงานอย่างมีระบบและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

5.2.2 ควรมีการประชุม และรับฟังความคิดเห็นโดยให้โอกาสแสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ในการแก้ไขปัญหา และปรับปรุงการใช้พลังงานในโรงสีข้าว เพื่อที่จะหาวิธีการลดการใช้พลังงานให้น้อยลงที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

5.3.1 ได้เรียนรู้วิธีการประหยัดพลังงานและเทคนิคการใช้พลังงานให้ลดลง

5.3.2 ได้เรียนรู้ระบบการจัดการในโรงสีข้าว

5.3.3 ได้เรียนรู้จักการใช้ชีวิตในการทำงานของพนักงานในโรงสีข้าว

5.3.4 ได้ประสบการณ์ในการทำงานในโรงสีข้าว

5.3.5 ได้นำความรู้ทั้งที่เรียนและไม่ได้เรียนมาใช้ในการดำเนินงาน

5.3.6 ได้รู้จักการทำงานเป็นทีมอย่างแท้จริง

5.3.7 ได้รู้จักการวางแผนและเตรียมการล่วงหน้าและการแก้ไขปัญหาต่างๆ เมื่อเกิดขึ้น

5.3.8 ได้จิตสำนึกในการประหยัดพลังงาน

เอกสารอ้างอิง

ชัยธำรง พงษ์พัฒนศิริและอาจารย์มานพ เกิดส่ง. (2554). หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่างๆ. เอกสารการเรียนการสอน Energy Conservation. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พัฒน์พงษ์ ปิงวงศ์, มยุรี แสงสุข. (2553). การจัดการพลังงานกรณีศึกษาโรงงานผลิตปลาส้มในจังหวัดเพชรบูรณ์. ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วริฏฐา จิรานุรักษ์, นายอนุกูล แสงแก้ว. (2553). การจัดการพลังงานกรณีศึกษาโรงงานลานมัน จ.พิษณุโลก. ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศราภรณ์ อัษฎกช. การจัดการพลังงานในโรงงานผลิตน้ำบางเขน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน, คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและThe Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ) ปี 2552. คู่มือการจัดการพลังงานไฟฟ้าในโรงงาน. สืบค้นเมื่อ 19 สิงหาคม 2554, จาก http://teenet.tei.or.th/Knowledge/knowledge.html

สมหวัง วิทยาปัญญานนท์ (20 เมษายน 2549). การซ่อมและบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร Preventive Maintenance. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2554, จาก http://www.budmgt.com/quarry/qua01/preventive-maintenance.html

สุนันท์ ศรัณยนิตย์.(2545). การถ่ายเทความร้อน. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น)

อรรถพล จันทะมัด. (2552). การบริหารจัดการพลังงาน กรณีศึกษาในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ซีเมนต์. ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภาคผนวก ก
บัญชีเครื่องจักร

ก. การใช้พลังงานของอุปกรณ์การผลิตหลัก และอุปกรณ์สนับสนุน

ก.1 อุปกรณ์ในระบบการผลิตหลัก

ตารางที่ ก.1 ชุดเตา Boiler

ลำดับ	เครื่องจักร	ขนาด	หน่วย	จำนวน
1	พัดลมใหญ่	30	HP	1
2	พัดลมหน้าเตา 1	15	HP	1
3	พัดลมหน้าเตา 2	7.5	HP	1
4	ฟีตรเข้า 1	3	HP	1
5	ฟีตรเข้า 2	3	HP	1
6	รางขี้เถ้า 1,2,3	2	HP	3
7	โรตารี่	2	HP	1
8	รางแกลบ	5	HP	1
9	ปั๊มน้ำ 1,2	5.5	HP	2

ตารางที่ ก.2 ชุดลานสี (ขัดขาวและขัดมัน)

ลำดับ	เครื่องจักร	ขนาด	หน่วย	จำนวน
1	กระพ้อ 1-31	2	HP	31
2	พัดลม 5,6,7,14	25	HP	4
3	พัดลม 8,9,10,11,12,13	25	HP	6
4	เครื่องขัดขาว 1-8	60	HP	8
5	เครื่องขัดมัน 1-6	75	HP	6
6	ตะแกรงเหลี่ยม	3	HP	2
7	ตะแกรงกลม	0.5	HP	18
8	สายพาน 3,4,5	2	HP	3
9	สกรู 1,2	2	HP	2
10	สกรู 3-6	1	HP	4

ตารางที่ ก.3 ชุดลานสี (หัวกะเทาะข้าวเปลือก)

ลำดับ	เครื่องจักร	ขนาด	หน่วย	จำนวน
1	1.พัดลม 2	15	HP	1
2	2.พัดลม 3	25	HP	1
3	3.พัดลม 4	15	HP	1
4	4.กระพ้อ 3	3	HP	1
5	5.กระพ้อ 4	3	HP	1
6	6.กระพ้อ 5	3	HP	1
7	7.กระพ้อ 6	2	HP	1
8	8.กระพ้อ 7	2	HP	1
9	9.กระพ้อ 8	1	HP	1
10	10.กระพ้อ 9	2	HP	1
11	11.กระพ้อ 10	2	HP	1
12	12.สกรู 1	2	HP	1
13	13.สกรู 2	2	HP	1
14	14.ตะแกรงร่อน 1	2	HP	1
15	15.ตะแกรงร่อน 2	2	HP	1
16	16.กระเทาะ 1-8	10	HP	8
17	17.สีฝัด 1-8	3	HP	8
18	18.แยกหิน 1-2	3	HP	2
19	19.ตะแกรงโยก 1,2	10	HP	2

ตารางที่ ก.4 โรงอบเก่า

ลำดับ	เครื่องจักร	ขนาด	หน่วย	จำนวน
1	พัดลม 1,2,7,10,12	10	HP	5
2	พัดลม 3,8	15	HP	2
3	พัดลม 4,5,6,9,11	7.5	HP	5
4	กระพ้อ1,2,3,4,5,6,7,8,	3	HP	8
5	เครื่องทำความสะอาด	3	HP	1
6	เครื่องอบแบบฟลูอิไดซ์เบด	75	HP	1
		0.5	HP	2
7	เตาเผาแกลบไซโคลน 1	0.5	HP	3
		3	HP	2
8	เตาเผาแกลบไซโคลน 2	0.5	HP	3
		3	HP	2
9	เครื่องปรับสภาพข้าว	1	HP	2
10	เครื่องอบแบบ LSU 1	0.5	HP	1
		1	HP	1
11	เครื่องอบแบบ LSU 2	0.5	HP	1
		1	HP	1
12	เครื่องอบแบบ LSU 3	0.5	HP	1
		1	HP	1
13	เครื่องอบแบบ LSU 4	0.5	HP	1
		1	HP	1

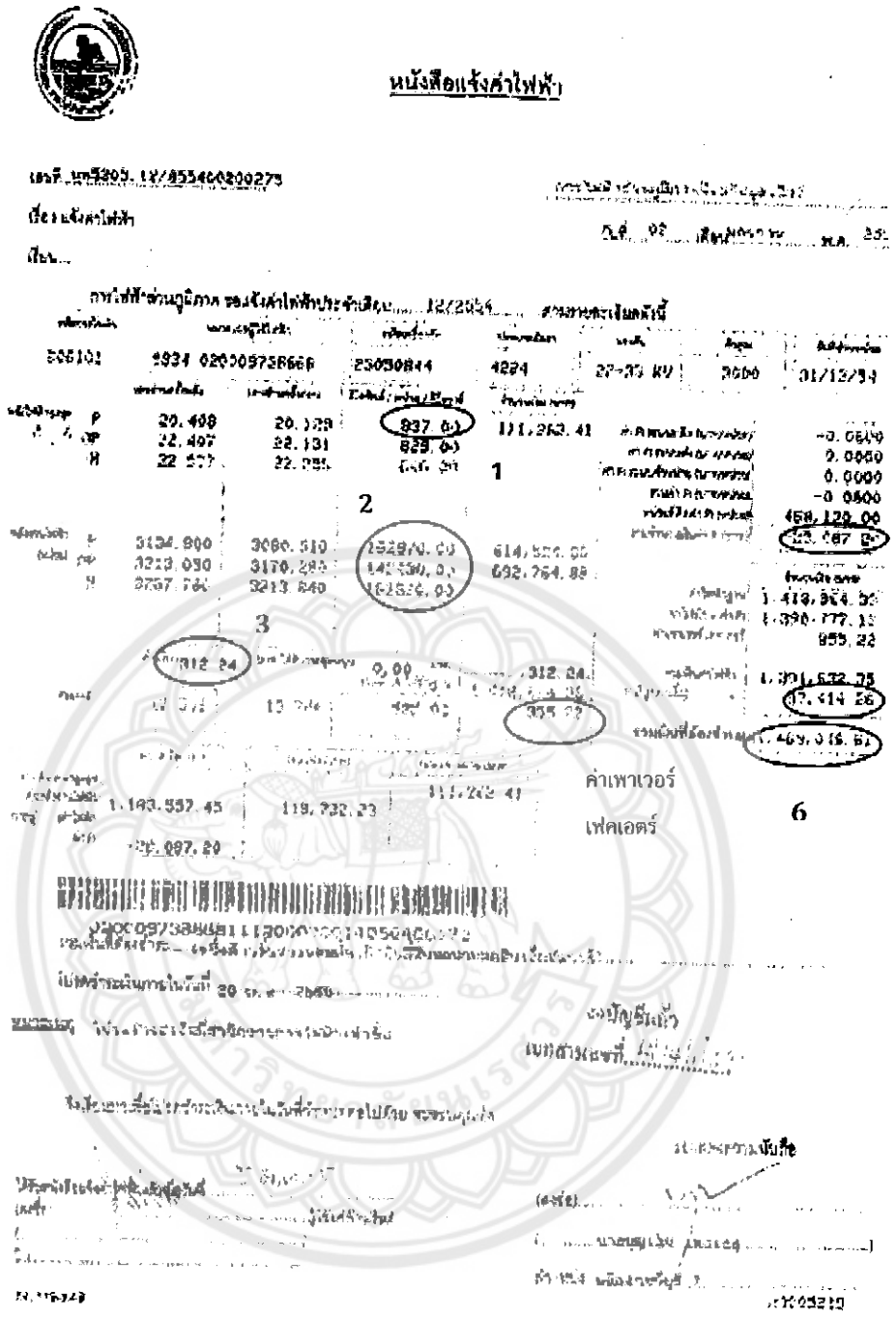
ก.2 อุปกรณ์ในระบบสนับสนุน

ตารางที่ ก.5 อุปกรณ์ในระบบสนับสนุน

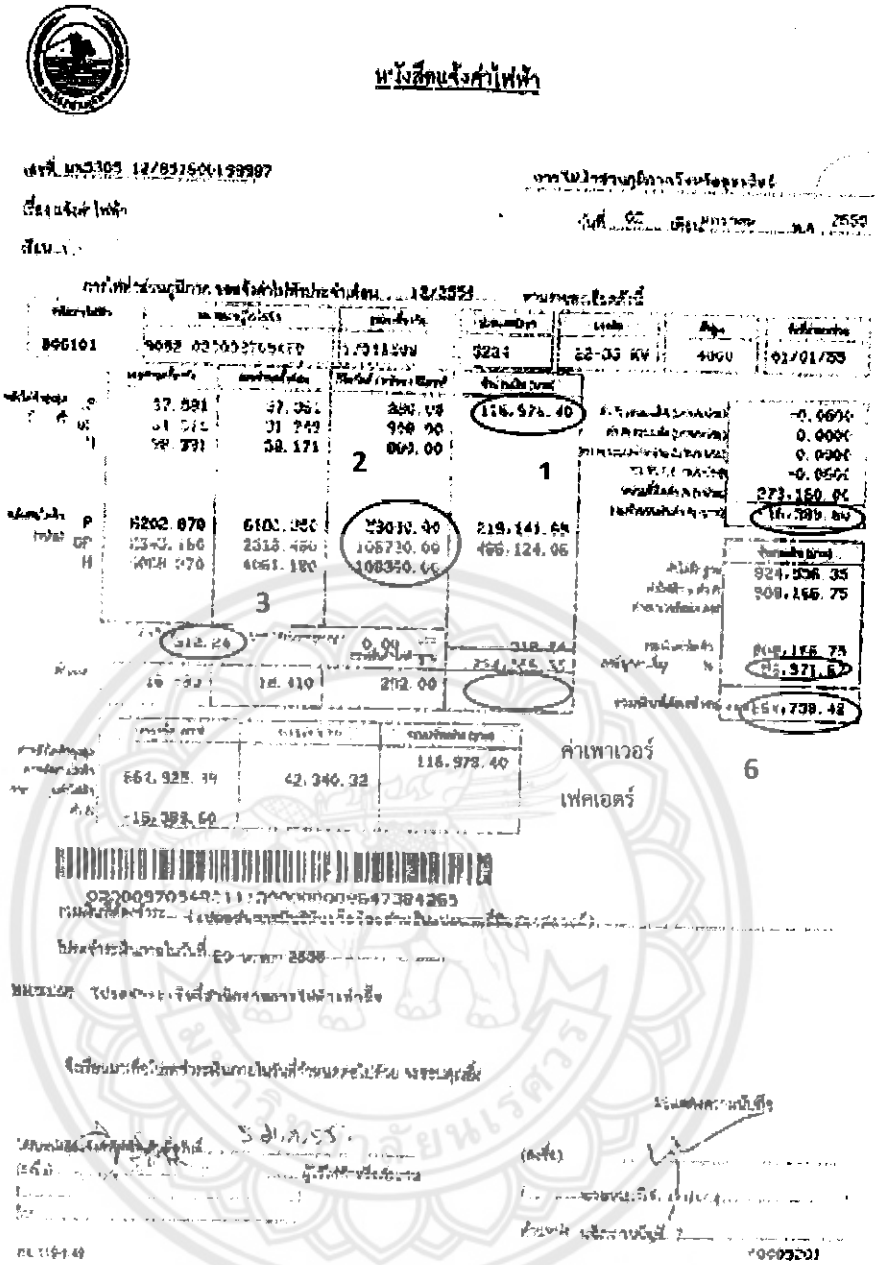
ลำดับ	เครื่องจักร	ขนาด	หน่วย	จำนวน
1	รถแทรกเตอร์ 320 แรงม้า	1	คัน	3
2	เครื่องเป่าลมเย็น	1	เครื่อง	5
3	รถบรรทุก	1	คัน	31
4	รถโฟล์คลิฟท์	1	คัน	4
5	เครื่องทดสอบความชื้นข้าว	1	ชุด	3

ภาคผนวก ข

หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า



รูปที่ ข.1 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือนธันวาคม 2554 ของโรงสีข้าวส่วนที่ 1



รูปที่ ข.2 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือนธันวาคม 2554 ของโรงสีข้าวส่วนที่ 2

วิธีการคำนวณค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าของโรงสีข้าวส่วนที่ 1

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้ามาตรฐาน

1.ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า

= ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าพลังไฟฟ้าช่วง On Peak

= (837 x 132.93)

= 111,262.41 บาท

2.ค่าพลังงานไฟฟ้า

= (จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าไฟฟ้าช่วง On Peak) + (จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak x อัตราค่าไฟฟ้าช่วง Off Peak)

= (162,870 x 3.7731) + [(143,630+151,620) x 2.2695]

= 1,284,578.38 บาท

3. ค่าบริการ

= 312.24 บาท

รวมค่าไฟฟ้าฐาน

= (111,262.41 + 1,284,578.38 + 312.24)

= 1,396,153.03 บาท

ส่วนที่ 2

4. ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft)

= จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่าFt

= (458,120 x -0.06)

= -27,487.2 บาท

ส่วนที่ 3

5. ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%

= (ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า Ft+ค่าเพาเวอร์เตอร์) x 7/100

= (1,396,153.03 - 27,487.2 + 855.22) x 7/100

= 95,866.47 บาท

6. รวมเงินค่าไฟฟ้า

= 1,396,153.03 - 27,487.2 + 855.22 + 95,866.47

= 1,465,387.52 บาท

ค่าไฟฟ้าของโรงสีข้าวส่วนที่ 2

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้ามาตรฐาน

1.ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า

= ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าพลังไฟฟ้าช่วง On Peak

= (880 x 132.93)

= 116,978.4 บาท

2.ค่าพลังงานไฟฟ้า

= (จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าไฟฟ้าช่วง On Peak) + (จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak x อัตราค่าไฟฟ้าช่วง Off Peak)

= (58,080 x 3.7731) + [(105,700+108,360) x 2.2695]

= 704,950.81 บาท

3. ค่าบริการ

= 312.24 บาท

รวมค่าไฟฟ้าฐาน

= (116,978.4 + 704,950.81 + 312.24)

= 822,250.45 บาท

ส่วนที่ 2

4. ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft)

= จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่าFt

= (272,131 x -0.06)

= -16,327.86 บาท

ส่วนที่ 3

5. ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%

= (ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า Ft+ค่าเพาเวอร์เตอร์) x 7/100

= (822,250 - 16,327.86 + 0) x 7/100

= 56,414.58 บาท

6. รวมเงินค่าไฟฟ้า

= 822,250.45 - 16,327.86 + 56,414.58

= 862,337.17 บาท

รวมค่าไฟฟ้าเดือนธันวาคม 2554 เท่ากับ 1,465,387.52 + 862,337.17 = 2,327,724.69 บาท

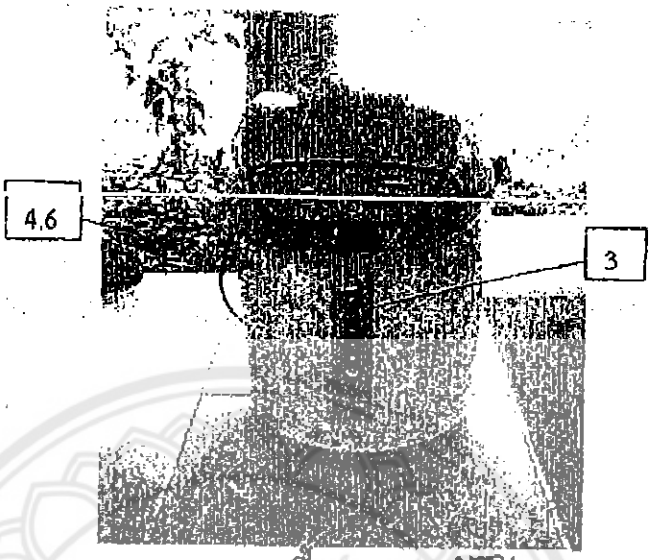
ภาคผนวก ค

ระเบียบปฏิบัติ

ค. ระเบียบปฏิบัติ

แผนก..... FM01 REV.0(23/09/2554)

คู่มือระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน กาน้ำร้อน



ประจำเดือน.....

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1.	ทำความสะอาดกาต้มน้ำร้อน	
2.	เช็ดทำความสะอาดภายนอกให้แห้ง (เช้าทุกวัน)	
3.	เติมน้ำให้พอดีกับอัตราการบรรจุของกาต้มน้ำร้อน (เช้าทุกวัน)	
4.	ตรวจสอบสายไฟของกาต้มน้ำร้อน (เช้าทุกวัน)	
5.	เสียบกาต้มน้ำเข้าเวลา 8.00-9.00 น. /บ่ายเวลา 13.00-14.00 น.	
6.	ถอดปลั๊กไฟทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน	

ลงชื่อ..... ผู้ตรวจสอบ

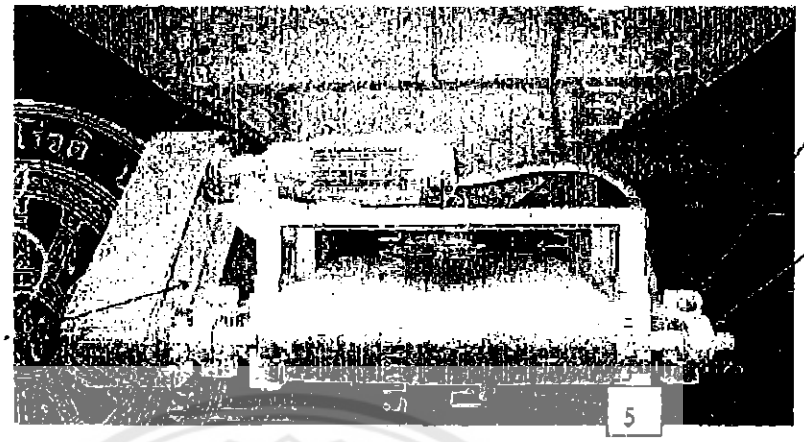
( )

วันที่..... เดือน..... พ.ศ. .....

รูปที่ ค.1 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน กระติน้ำร้อน

แผนก ผ่อมสำเร็จ FM01 REV.0(23/09/2554)

คู่มือระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน สายพานลำเลียง



ประจำเดือน สิงหาคม 2554

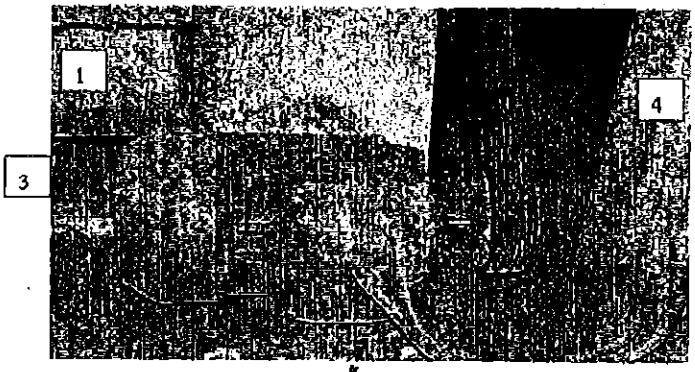
ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1.	ปิดสายพานทุกครั้งหลังหยุดการใช้งานทันที	คุณเอกพงษ์
2.	เช็คความตึงของสายพานมอเตอร์ไม่ให้หย่อนเกินครึ่งนิ้วทุกวัน	คุณเอกพงษ์
3.	ตรวจสอบน็อตสายพานทุกวัน	คุณเอกพงษ์
4.	อัดจารบีที่ลูกปืนสายพานลำเลียง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	คุณเอกพงษ์
5.	เช็คความตึงของสายพานลำเลียงใต้ถังทุกเส้น สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	คุณเอกพงษ์

ลงชื่อ [illegible] ผู้ตรวจสอบ
(คุณ ไพฑิต ลุกโส)
วันที่ 05 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2554

รูปที่ ค.2 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน สายพานลำเลียง

แผนก ฟิสิกส์ทั่วไป FM01 REV.0(23/09/2554)

คู่มือระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน มอเตอร์ไฟฟ้า



ประจำเดือน พฤศจิกายน 2554

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1.	ใช้แปรงทำความสะอาดมอเตอร์ทุกตัวสัปดาห์ละ 1 ครั้งทุกแผนก	หัวหน้าแผนก
2.	ตรวจสอบมอเตอร์ทุกสัปดาห์โดยการใช้หลังมือสัมผัสบริเวณครีบมอเตอร์ถ้าความร้อนเกินกว่าหลังมือสัมผัสได้ (เกิน 50 องศาเซลเซียส) ให้แจ้งซ่อมด่วน	คุณทรงชัย
3.	ตรวจห้องมอเตอร์ทุกหัวทุกสัปดาห์ว่ามีฝาครอบระบายอากาศให้อยู่ครบ	หัวหน้าแผนก
4.	ปรับสายพานมอเตอร์หย่อนไม่ให้เกินครึ่งนิ้วสัปดาห์ละ 1 ครั้งทุกแผนก	หัวหน้าแผนก
5.	ป้องกันการสัมผัสของน้ำในหอหล้มข้าวไม่ให้กระเด็นถูกมอเตอร์ด้านล่าง	หัวหน้าแผนก

ลงชื่อ (แผนก) ผู้ตรวจสอบ

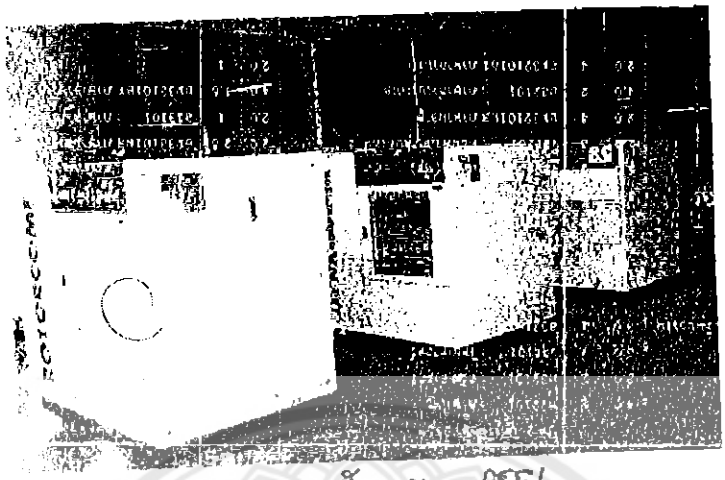
(คุณ วิสาสิ สาใส)

วันที่ 05 เดือน ตุลา พ.ศ. 2555

รูปที่ ค.3 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน มอเตอร์ไฟฟ้า

แผนที่ ... (FM-01) REV.(4/23/05/2554)

คู่มือระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน เครื่องอัดอากาศ



ประจำเดือน... มิถุนายน 2554

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1.	ทำความสะอาดหม้อกรองเครื่องปั๊มลมและ Air dryer ล้างน้ำชุบน้ำเช็ดทุก 1 เดือน	วิสิษฐ์
2.	เช่าหัวเครื่องและระบายอากาศของปั๊มลม 2 ครั้ง/สัปดาห์	วรพงษ์
3.	ตรวจสอบการรั่วของระบบ ทุก ๆ 2 ครั้	วิสิษฐ์
4.	เปลี่ยนอุปกรณ์ที่พบว่าชำรุดเสียหาย ใช้งานไม่ได้ เมื่อพบเจอ	วิสิษฐ์

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจสอบ

(คุณ วิษณุ สายนักดี)

วันที่ 5 เดือน มกราคม พ.ศ. 2555

รูปที่ ค.4 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน เครื่องอัดอากาศ

แผนก อัปเกรดไว้ FM01 REV.0(23/09/2554)

คู่มือระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงา

ลำดับ		ผู้รับผิดชอบ
1.		หนักงานขับรถ
2.		
3.	ห้องเปลี่ยนน้ำมันเกียร์, น้ำมันเฟืองท้าย,จารบีล้อ ที่ 50,000 กม.	
4	ไส้กรองอากาศ เปลี่ยนทุกๆ 120,000 กม.(ถ้าทางฝุ่นมากให้เปลี่ยนเร็วกว่านี้)	
5.	ไส้กรองโซล่า เปลี่ยนทุก ๆ 50,000 กม. ต้องดูสภาพไส้กรองด้วย	
6.	ไส้กรองน้ำมันเครื่องใช้เบอร์ 20W/50 เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องทุก ๆ 15,000 กม.	หนักงานขับรถ
7.	ถ้าใช้น้ำมันเครื่องเบอร์อื่น เปลี่ยนถ่ายทุก ๆ 5,000 กม.	หนักงานขับรถ
8.	กรองอากาศ เป่าอาทิตย์ละ 1 ครั้ง (ต้องดูจากสภาพรถด้วย)	หนักงานขับรถ
9.	ฟิวส์ใส่ตามสเปคที่ติดรถมา (ห้ามต่อเติมหรือดัดแปลงโดยเด็ดขาด)	หนักงานขับรถ

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจสอบ

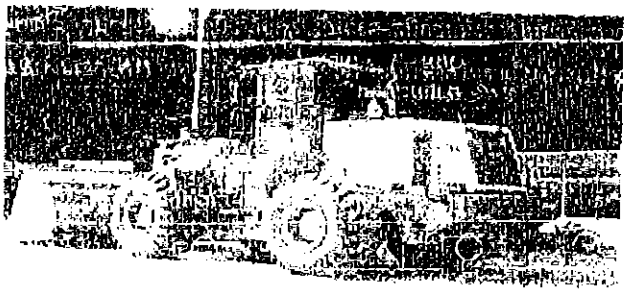
(คุณ สมเกียรติ เหรียญดี)

วันที่ 15 เดือน 01 พ.ศ. 2558

รูปที่ ค.5 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน รถบรรทุก

แผนก ขับรถตัก FM01 REV.0(23/09/2554)

คู่มือระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน รถตัก



ประจำเดือน มีนาคม 2564

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1.	ก่อนใช้รถทุกครั้ง ต้องตรวจดูน้ำ น้ำมันเครื่อง	พนักงานขับรถ
2.	อุ่นเครื่อง 5 – 10 นาที(ห้ามเร่งเครื่อง)	พนักงานขับรถ
3.	ถ้าสตาร์ทรถไม่ติด ห้ามรถใช้ชุดเสียงสตาร์ทเดิมก่อนสตาร์ทใหม่ มิฉะนั้นเฟืองสตาร์ทจะพัง	พนักงานขับรถ
4.	เวลาออกตะเครื่องต้องออกเบาๆ อย่างกระชาก	พนักงานขับรถ
5.	เปาหม้อกรองอากาศทุกวัน	พนักงานขับรถ
6.	ไส้กรองอากาศถ้าเข้าชุด ถ้าชำรุด ท่อแตก ต้องรีบเปลี่ยนทันที (ไม่งั้นเครื่องจะหลาม)	พนักงานขับรถ
7.	ตรวจดูน้ำมัน-น้ำ ทุกวันก่อนสตาร์ทเครื่อง ระบายน้ำออกให้น้ำจากน้ำมันแห้ง ระบบเครื่องเสีย สตาร์ทไม่ติด	พนักงานขับรถ
8.	ดูไมล์น้ำมันเครื่อง ถ้าถึงระยะต้องเปลี่ยนถ่าย	พนักงานขับรถ
9.	ไม่เลี้ยงคลัตช์ในขณะขับ	พนักงานขับรถ
10.	ไม่ใช้เครื่องยนต์ขณะจอดนานๆ	พนักงานขับรถ
11.	ขับรถด้วยความเร็วไม่เกิน 80 กม./ชั่วโมง	พนักงานขับรถ
12.	ใช้เกียร์สัมพันธ์กับความเร็วรอบ	พนักงานขับรถ
13.	อัดจารบีรถสัปดาห์ละครั้ง	พนักงานขับรถ

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจสอบ

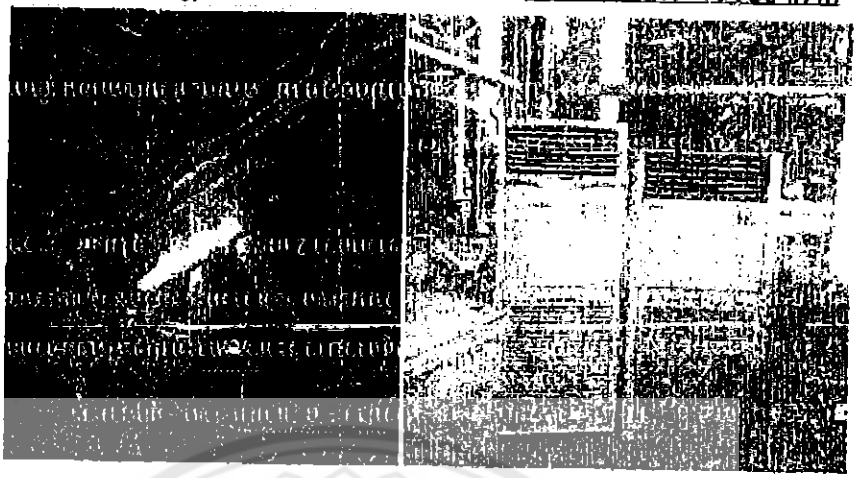
(คุณ .....)

วันที่ 5 เดือน มี.ค. พ.ศ. 65

รูปที่ ค.6 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน รถตัก

แผนก สีข้าว FM-C1 REV.0(23/09/2554)

คู่มือระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน แสงสว่าง/เครื่องปรับอากาศ



ประจำเดือน สิงหาคม 2554

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1.	ถ้าหยุดใช้เครื่องจักรควรปิดไฟหรือเปิดเท่าที่จำเป็นเท่านั้น	เกรียงศักดิ์
2.	ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศทุกตัว 3 เดือนครั้ง	เกรียงศักดิ์
3.	ปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศให้อยู่ที่ 25 เซลเซียส	เกรียงศักดิ์
4.	เมื่อเลิกใช้เครื่องจักรควรปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้ง	เกรียงศักดิ์
5.	ต้องมีเบรกเกอร์ไฟฟ้าตัดควรปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดทันที(เพื่อป้องกันการกระชากไฟ)	เกรียงศักดิ์
6.	เวลาพักกลางวันให้ปิดเครื่องปรับอากาศที่ออฟฟิศบนทุกตัว(แผนกธุรการ)	เกรียงศักดิ์
7.	ทำความสะอาดหัดลมหน้าแป๊ะ 2 เดือนครั้ง(แผนกบรรจุ)	เกรียงศักดิ์

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจสอบ

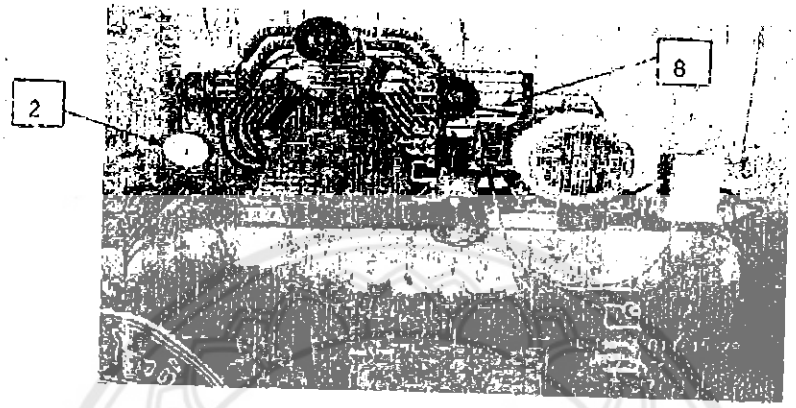
(คุณ ปัสย กาขาสมุทร)

วันที่ 5 เดือน สิงหา พ.ศ. 2554

รูปที่ ค.7 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน แสงสว่างและเครื่องปรับอากาศ

แบบ..... FMC1 ISSV 0(23/09/2554)

คู่มือระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน เครื่องปั๊มลม



ประจำเดือน..... ธันวาคม 2554

ลำดับ	ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1.	ปิดวาล์วไล่น้ำและหม้อกรองลมหลังเลิกใช้งานทุกวัน	คุณกิตติ
2.	ตั้งความดันสตาร์ทที่ 5 บาร์ ตัดที่ 8 บาร์ทุกวัน	คุณกิตติ
3.	ฟังเสียงผิดปกติของเครื่องปั๊มลมเวลาทำงานทุกวัน	คุณกิตติ
4.	ทำความสะอาดครีบลูกสูบด้วยแปรงทาสีปัดฝุ่นและผ้าเช็ดถูเดือนละครั้ง	คุณกิตติ
5.	ถอดไส้กรองอากาศมาเป่าลมและทำความสะอาดเดือนละครั้ง	คุณกิตติ
6.	ทุกเดือนตรวจการรั่วซึมของหัวเป่าลมและสายลม โดยนำทั้งหมดจุ่มน้ำในกะละมังใหญ่ หรือฉีดฟองอากาศ	คุณกิตติ
7.	เช็ดล้างทำความสะอาดตัวเครื่องและบริเวณเดือนละหนึ่งครั้ง	คุณกิตติ
8.	ตรวจเช็คสายพานหย่อนไม่เกินครึ่งนิ้ว และสายพานแตกร้าว เดือนละครั้ง	คุณกิตติ

ลงชื่อ..... (นาย) ผู้ตรวจสอบ

(คุณ กิตติ สุกใส)

วันที่ 5 เดือน ม.ค. พ.ศ. 2555

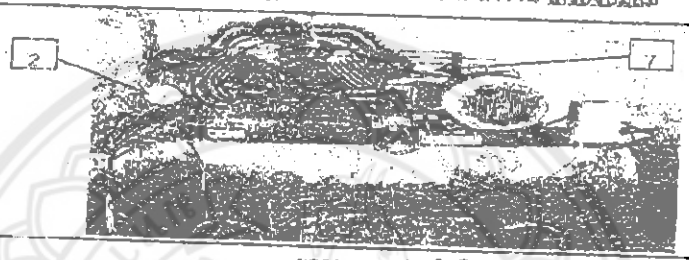
รูปที่ ค.8 ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน เครื่องปั๊มลม

ภาคผนวก ง

ใบตรวจสอบระเบียบปฏิบัติในการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

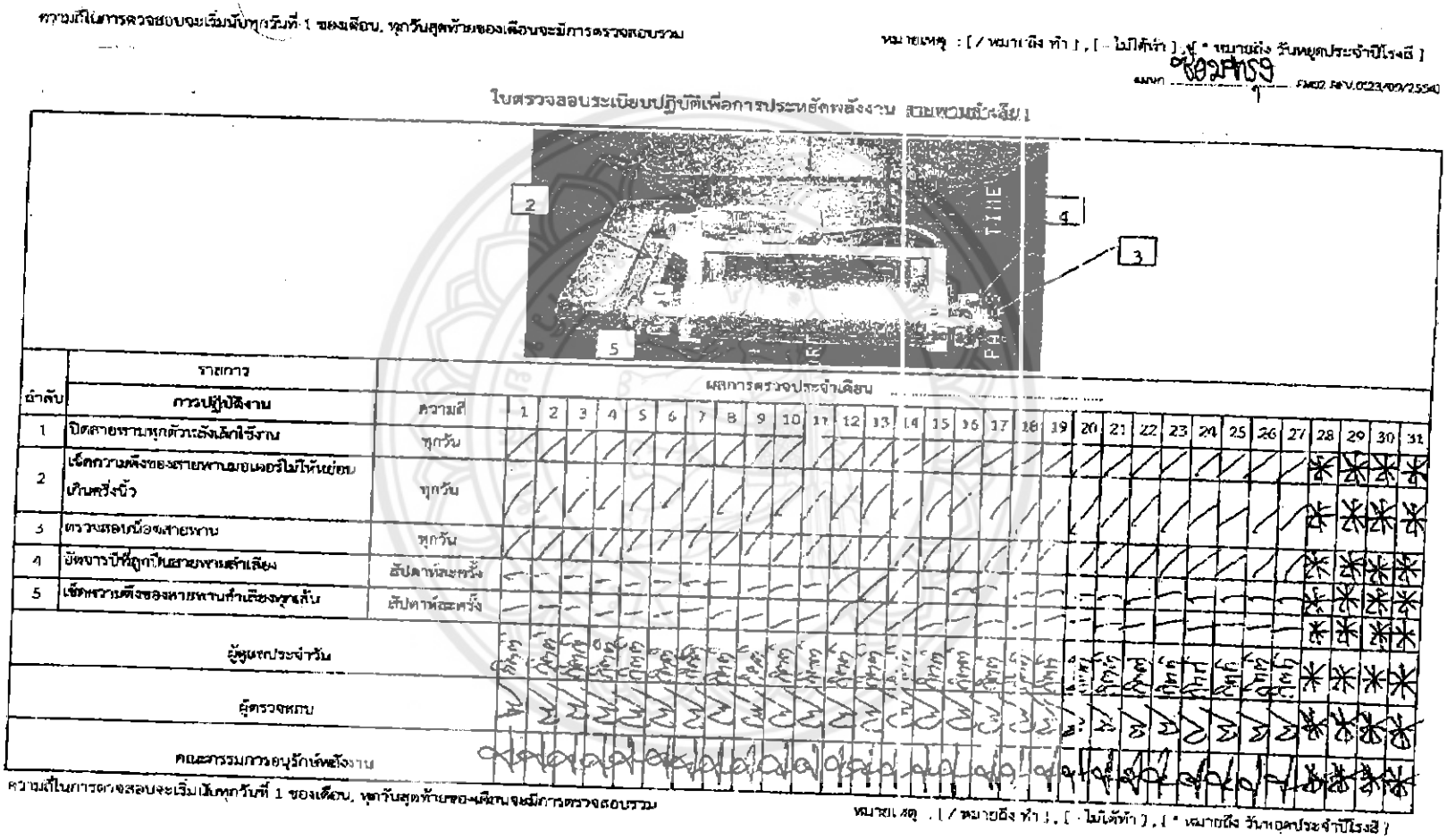
ใบตรวจสอบระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน เครื่องปั๊มลม

แบบ ซ้อมสาธุ FM02 REV.0(25/09/2564)



ลำดับ	รายการ / การปฏิบัติงาน	ความถี่	ผลการตรวจประจำเดือน 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	ปิดวาล์วโหมดปั๊มลมหลังเลิกใช้งาน	ทุกวัน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	*	*
2	ตั้งความดันสตาร์ทที่ 6 บาร์ ปิดที่ 8 บาร์	ทุกวัน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	*	*
3	ฟังเสียงผิดปกติของเครื่องปั๊มลมขณะทำงาน	ทุกวัน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	*	*
4	ทำความสะอาดครีบถูกดูดด้วยแปรงทาสีปัดฝุ่นและผ้าเช็ดถู	เดือนละครั้ง	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	✓	–	–	–	✓	✓	✓	✓	*	*	*	*
5	ถอดไส้กรองอากาศมาเป่าลมและทำความสะอาด	เดือนกรกฎาคม	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓	✓	✓	*	*	*	*
6	ตรวจเช็คการรั่วซึมของหัวเป่าลมและสายลม	เดือนละครั้ง	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓	✓	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*
7	เปิดระบายน้ำทิ้งถังเครื่องปั๊มลม	เดือนละครั้ง	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓	✓	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*
8	เช็คสายพานหย่อนไม่แน่นหรือขาดหรือไม่	เดือนละครั้ง	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓	✓	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*
ผู้ดูแลประจำวัน			ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	ก้อง	*	*	*	*
ผู้ตรวจสอบ			✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	*	*
คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงาน			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	*	*	*	*

รูปที่ ง.1 ใบตรวจระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน เครื่องปั๊มลม



รูปที่ ง.2 ใบตรวจระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน สายพานลำเลียง