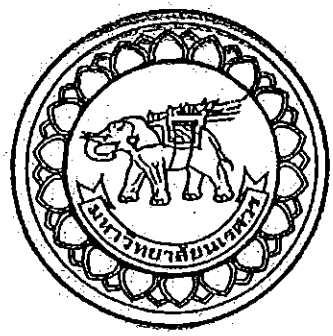


ระบบการจัดการพลังงานในโรงงานผลิตกระดาษสา

ENERGY MANAGEMENT SYSTEM IN MULBERRY PAPER FACTORY

นายผดุงเกียรติ ขันธบุญ รหัส 49363267

ห้องสมุด คณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 27 ม.ค. 57
เลขทะเบียน 1654071
เลขเรียกหนังสือ 2/5.
มหาวิทยาลัยนเรศวร N179 ส 2555

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2555

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2555

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระบบการจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตกระดาษสา
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายผดุงเกียรติ ขันธบุญ รหัส 49363267
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2555

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล)

.....กรรมการ

(ดร. ภาณุ บูรณจารุกร)

.....กรรมการ

(ดร. ชัยธำรง พงษ์พัฒนศิริ)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระบบการจัดการพลังงานในโรงงานผลิตกระดาษสา
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายผดุงเกียรติ ขันธบุญ รหัส 49363267
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2555

.....

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์กระดาษสา ซึ่งในปี 2551 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 4,368,037.10 MJ คิดเป็นค่าเงิน 4,102,984.96 บาท ค่าพลังงานความร้อนคิดเป็นร้อยละ 16.27 และมีการใช้เชื้อเพลิงขี้เลื่อย 24,166,438.40MJ คิดเป็นค่าเงิน 2,939,113.84 บาทคิดเป็นค่าพลังงานรวมต่อตันวัตถุดิบเข้า 37,904.47 MJ/ton และหลังการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงาน พลังงานรวมต่อตันวัตถุดิบเข้า 34,580.56 MJ/ton เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังจะสามารถลดการใช้พลังงานรวมของโรงงานคิดเป็นร้อยละ 8.77 สำหรับในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เน้นที่การศึกษาแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงขี้เลื่อยทั้งหมดของโรงงาน กระบวนการวิจัยผู้ศึกษาได้นำ กระบวนการจัดการ การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ มาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสามารถลดต้นทุนการผลิตได้โดยการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิงขี้เลื่อย พร้อมทั้งยังช่วยกันกับทีมอนุรักษ์พลังงานที่โรงงานตั้งขึ้นกำหนดมาตรการ และระเบียบปฏิบัติในการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบให้กับโรงงานอีกด้วย ส่งผลให้เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของโรงงานได้เนื่องจากต้นทุนลดลง ที่สำคัญการจัดการระบบการประหยัดพลังงานดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกอุตสาหกรรม

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาของผู้มีพระคุณให้การสนับสนุนส่งเสริม ข้อเสนอแนะและข้อแนะนำต่างๆ ทางผู้จัดทำขอโอกาสนี้แสดงความขอบคุณบุคคลผู้มีพระคุณ ดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัยนี้ ได้ให้ความรู้และแนวทางอันเป็นประโยชน์ในการทำปริญญานิพนธ์ ทั้งยังเอาใจใส่ ดูแล ตรวจสอบการดำเนินงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณมานพ เกิดส่ง วิศวกรระดับ 9 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ช่วยแนะนำ ช่วยเหลือเรื่องที่จำเป็นอย่างมาก เกี่ยวกับไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมและอุปกรณ์การวัดค่าพลังงานไฟฟ้าต่างๆจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ โรงงานอุตสาหกรรมผลิตกระดาษสาที่เป็นกรณีศึกษา ในการดำเนินการทดลองปรับปรุง และศึกษาวิจัยเรื่องระบบการจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อม

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัว ที่ให้การอุปการะทั้งด้านการเงิน และทางจิตใจที่ สนับสนุนส่งเสริมให้ผ่านอุปสรรคในการทำโครงงานชิ้นนี้ และขอขอบคุณบุคคลที่ไม่ได้กล่าวในที่นี้ด้วย ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือมาโดยตลอด

ประโยชน์และคุณค่าที่พึงมีของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิคุณแด่อุปการี บูรพาจารย์ และผู้ที่มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายผดุงเกียรติ ขันธบุญ

12 มีนาคม 2555

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output) 1

1.4 เกณฑ์ชี้วัดความสำเร็จ (Outcome) 1

1.5 ขอบเขตในการทำโครงงาน 2

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน 2

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน 2

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น 3

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 26

3.1 สำรวจและเก็บข้อมูลของโรงงาน 26

3.2 วิเคราะห์ข้อมูล 26

3.3 หามาตรการแก้ไขเพื่อลดการใช้พลังงาน 28

3.4 การดำเนินการประหยัดพลังงาน 29

3.5 เก็บข้อมูลหลังการดำเนินมาตรการและระเบียบปฏิบัติ 29

3.6 สรุปผลการดำเนินงาน 29

3.7 จัดทำรูปเล่มรายงาน 30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและวิเคราะห์ 31

4.1 สำรวจและเก็บข้อมูล 31

4.2 จัดทำ Energy Layout และ Energy Chart 42

4.3 มาตรการและระเบียบปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 46

4.4 ติดตามและควบคุมการใช้มาตรการ 60

4.5 สรุปผลการประหยัดพลังงาน 62

4.6 จัดทำ Flow Chart เพื่อแสดงการจัดการและขั้นตอนของระบบการจัดการอนุรักษ์พลังงาน 64

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 66

5.1 สรุปผลโครงงานวิจัย 66

5.2 ข้อเสนอแนะ 66

เอกสารอ้างอิง 67

ภาคผนวก ก (ENERGY LAYOUT) 68

ภาคผนวก ข (ENERGY CHART) 70

ภาคผนวก ค (แบบฟอร์ม) 96

ภาคผนวก ง (รูปภาพกระบวนการผลิต) 107

ภาคผนวก จ (ตารางตัวอย่างหลักเกณฑ์การตรวจประเมินระบบการจัดการพลังงาน) 114

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 2

2.1 แสดงคุณสมบัติข้อดีและข้อเสียของบัลลาสต์แกนเหล็ก 10

2.2 แสดงคุณสมบัติข้อดีและข้อเสียของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 11

2.3 แสดงกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด 13

2.4 ตัวอย่าง TSV Energy Chart 20

4.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน 32

4.2 แสดงเวลาทำงานของพนักงาน 32

4.3 ประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าของปี พ.ศ. 2551 35

4.4 การใช้เชื้อเพลิงขี้เลื่อยปี พ.ศ. 2551 37

4.5 ข้อมูลการใช้พลังงานทั้งหมด 38

4.6 อุปกรณ์ในสายการผลิต 41

4.7 อุปกรณ์ในระบบสนับสนุน 41

4.8 Energy Chart ขั้นตอนการฟอกเยื่อ 43

4.9 มาตรการอนุรักษ์พลังงานก่อนและหลังเสนอผู้บริหาร 45

4.10 ระเบียบปฏิบัติที่ใช้เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 45

4.11 ระเบียบปฏิบัติของมอเตอร์ 57

4.12 ระเบียบปฏิบัติของปั๊มลม 58

4.13 ระเบียบปฏิบัติทั่วไป 59

4.14 การติดตามและควบคุมการใช้มาตรการ 60

4.15 การตรวจประเมินระบบการจัดการพลังงานก่อนและหลังปฏิบัติงาน 61

4.16 ข้อมูลการใช้พลังงานหลังการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน 62

4.17 ข้อมูลการใช้พลังงานก่อนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน 63

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า	4
2.2 แสดงขดลวดในหม้อแปลงไฟฟ้า	5
2.3 แสดงแผงโซล่าเซลล์	8
2.4 แสดงบัลลาสต์แม่เหล็กไฟฟ้า	10
2.5 แสดงบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	11
2.6 แสดงการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจากมาตรไฟฟ้า	15
2.7 แสดงใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า	15
2.8 แสดงตัวอย่าง Energy Layout ของระบบไอน้ำ	23
3.1 ตัวอย่าง Energy Chart	27
4.1 แผนผังโครงสร้างการบริหารงาน	31
4.2 วัตถุดิบหลัก (ปอสา)	32
4.3 ผลิตภัณฑ์กระดาษสา	33
4.4 กราฟแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงาน	33
4.5 กราฟแสดงหน่วยไฟฟ้าประจำเดือนของปี พ.ศ. 2551	34
4.6 กราฟแสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละเดือนของปี พ.ศ. 2551	36
4.7 ขั้นตอนกระบวนการผลิตกระดาษสา	40
4.8 แสดง Energy Layout ของระบบไอน้ำ	42
4.9 หม้อแปลงไฟฟ้าของโรงงาน	46
4.10 ตัวอย่างปั๊มลมที่เกิดปัญหาลมรั่ว	51
4.11 Coil ร้อนของเครื่องปรับอากาศ	53
4.12 การนำน้ำต้มปอกลับมาใช้ใหม่	55
4.13 Flow Chart แสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	65

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

โรงงานผลิตกระดาษสาที่ทำการวิจัยประสบปัญหาเกี่ยวกับการใช้พลังงานที่สิ้นเปลือง เช่นการใช้ขี้เลื่อยเพื่อเป็นเชื้อเพลิง ในหม้อต้มน้ำ เพื่อผลิตความดันไอน้ำไปใช้ต้มปอสานั้น พบว่าความดันที่ต้นทางและปลายทางมีปริมาณที่แตกต่างกันกับปริมาณที่ใช้จริงจึงเกิดการสูญเสียพลังงานไอน้ำไปในอากาศเพราะฉะนั้นจึงต้องมีการทำการวิจัย ปรับปรุง แก้ไข ในส่วนของการใช้พลังงานเบื้องต้น โดยการลดปริมาณขี้เลื่อยให้สมดุลกับปริมาณความดันที่ใช้จริงมากที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานและการใช้ลมจากเครื่องปั๊มลม มีการใช้ลมมากกว่าความจำเป็นที่ใช้จริง สังเกตเห็นจากการเปิดวาล์วที่เครื่องพบว่าไม่สมดุลกับการใช้ลม จึงต้องมีการศึกษา วิธีการใช้ และเหตุผลความจำเป็นของการใช้ที่แท้จริง พฤติกรรมของผู้ใช้ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อการใช้พลังงานอย่างถูกวิธี พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงานก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนได้ จึงต้องมีการวิจัยเก็บข้อมูล สอบถามจากพนักงานในโรงงานเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไข วิธีการ พฤติกรรมของผู้ใช้พลังงาน และเทคนิคทางวิศวกรรม ไปช่วยในการลดต้นทุนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังต้องมีการกำหนดนโยบายเพื่อเสนอแผนงาน และแผนการปฏิบัติโดยผู้บริหารระดับสูง ผู้บริหารระดับกลางและผู้บริหารระดับล่าง ตามลำดับโดยผู้บริหารระดับสูงจำเป็นต้องมีการกำหนดนโยบายเป้าหมาย และทิศทางขององค์กรที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้บริหารระดับกลาง และล่างสามารถนำไปประยุกต์เป็น Action Plan ได้อย่างสอดคล้องกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

การบริหารการจัดการพลังงานในโรงงานอย่างถูกต้องเป็นระบบเพื่อลดต้นทุนการผลิตโดยใช้เทคนิคการลดต้นทุนการผลิตด้วยวิธีการบริหารจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบ

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

โรงงานได้จัดทำระบบการจัดการพลังงานและสามารถอนุรักษ์พลังงานได้

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

โรงงานได้ทำการจัดระบบการจัดการพลังงาน ออกมาตรการและระเบียบปฏิบัติบังคับใช้ ทำให้สามารถลดการใช้ค่าพลังงานรวมต่อหน่วยวัตถุดิบ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5

1.5 ขอบเขตในการทำโครงงาน

ทำการศึกษาวิจัยการลดการใช้พลังงานของโรงงานผลิตกระดาษสาทั้งพลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงขี้เลื่อยที่ใช้กับหม้อต้มน้ำ

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

โรงงานผลิตกระดาษสา

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2552 - 31 มกราคม พ.ศ. 2553

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

	การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา							
		มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1.8.1	ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←	—	→					
1.8.2	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	←	—	→					
1.8.3	สำรวจสภาพเบื้องต้นและเก็บข้อมูลดัชนีชี้วัด		←	—	—	→			
1.8.4	วิเคราะห์ ออกมาตรการและระเบียบการปฏิบัติ		←	—	→				
1.8.5	ควบคุมการใช้มาตรการและระเบียบปฏิบัติ		←	—	—	—	—	→	
1.8.6	ตรวจวัดผลการใช้มาตรการ		←	—	→				
1.8.7	วิเคราะห์เปรียบเทียบกับดัชนีชี้วัดก่อนดำเนินการ			←	—	→			
1.8.8	สรุปผลและเสนออาจารย์ที่ปรึกษา					←	—	→	
1.8.9	จัดทำรายงาน						←	—	→

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 พลังงาน (Energy)

พลังงาน (Energy) หมายถึง ความสามารถของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่จะทำงานได้ งาน (work) เป็นผลของการกระทำของแรงเป็นเหตุให้สิ่งนั้นเคลื่อนที่ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะออกมาในรูปพลังงานทางตรงหรือทางอ้อม

2.1.1.1 การจำแนกพลังงานตามลักษณะการทำงาน

ก. พลังงานศักย์ (Potential Energy) เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุถูกวางอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเคลื่อนที่ได้ไม่ว่าจากแรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดจากแม่เหล็ก เช่นก้อนหินที่วางอยู่บนขอบที่สูง

ข. พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ เช่น รถที่กำลังวิ่ง ธนูที่พุ่งออกจากแหล่ง จักรยานที่กำลังเคลื่อนที่เป็นต้น

ค. พลังงานสะสม (Stored Energy) เป็นพลังงานที่เก็บสะสมในวัตถุ หรือสิ่งของต่างๆ เช่น พลังงานเคมีที่เก็บสะสมไว้ในอาหาร ในก้อนถ่านหิน น้ำมันหรือไม้ฟืน ซึ่งพลังดังกล่าวจะถูกเก็บไว้ในรูปขององค์ประกอบทางเคมี หรือของวัสดุหรือสิ่งของนั้นๆ และจะถูกปล่อยออกมาเมื่อวัสดุหรือสิ่งของดังกล่าวมีการเปลี่ยนรูป เช่นการเผาไม้ฟืนจะให้พลังงานความร้อน เป็นต้น

2.1.2 ชนิดของพลังงาน

พลังงานมีหลายรูปแบบได้แก่ พลังงานเคมี พลังงานไฟฟ้า พลังงานแม่เหล็ก พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ (พลังงานศักย์ยืดหยุ่นและพลังงานศักย์โน้มถ่วง) พลังงานเสียง พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานจากการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (รวมทั้งแสง) และความร้อน เรียกว่าพลังงานภายใน หรือพลังงานความร้อน

พลังงานสามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปยังรูปอื่นได้ แหล่งพลังงานบางชนิดไม่สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ และจะถูกใช้จนหมดไป เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ แหล่งพลังงานอื่นๆ สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ ได้แก่ แสงอาทิตย์ มวลชีวภาพ ลม คลื่น พลังน้ำ ความร้อนใต้พิภพ (เกียรติชัย ศีลจิตส่ง, 2551, ไม่มีเลขหน้า)

2.1.2.1 พลังงานไฟฟ้า

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำใดๆ หมายความว่า ขณะนั้นมีประจุไฟฟ้า จำนวนหนึ่ง เคลื่อนที่ผ่านตัวนำนั้นๆ ไปเป็นกระแสต่อเนื่องการที่ประจุไฟฟ้า จะเคลื่อนที่เป็นกระแสต่อเนื่องไปได้นั้นจะต้องมีพลังงานจากแหล่งอื่น เช่น จากแบตเตอรี่ จากไดนาโม เป็นต้น มาทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ไป พลังงานที่เกิดขึ้นจากแหล่งอื่นนั้นอาจจะเป็นพลังงานเคมี พลังงานกล พลังงานความร้อน หรือพลังงานแสงก็ตามซึ่งแล้วแต่ว่า แหล่งกำเนิดพลังงานนั้นเป็นอะไร พลังงานเหล่านี้ จะแปรเปลี่ยนสภาพไปเป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองในการเคลื่อนประจุหนึ่งหน่วยประจุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง คือ ความต่างศักย์ทางไฟฟ้าระหว่างจุดทั้งสองนั่นเอง ดังนั้น ความต่างศักย์ไฟฟ้าจึง หมายถึง ค่าของพลังงานไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองในการเคลื่อนหนึ่งหน่วยประจุระหว่างจุดคู่ใดๆ เช่นความต่างศักย์ไฟฟ้า ระหว่างจุดคู่หนึ่งเท่ากับ V โวลต์ (จูล/คูลอมบ์) หมายความว่าในการเคลื่อนประจุ 1 คูลอมบ์ ระหว่างจุดคู่นั้น ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า V จูล ถ้ามีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ระหว่างจุดคู่นั้นทั้งหมด Q คูลอมบ์ ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ต้อง สิ้นเปลือง คือ QV จูล เราทราบแล้วว่า กระแสไฟฟ้าเกิด เพราะอิเล็กตรอนเป็นตัวพาประจุเคลื่อนที่ไปซึ่งในการเคลื่อนที่นี้ต้องมีการเสียพลังงานไป พลังงานที่เสียไปนั้นอาจจะเสียไปในรูปของ พลังงานความร้อน พลังงานแสง หรือพลังงานกล เราได้ทราบความหมายของคำว่า ความต่างศักย์ระหว่าง 2 จุดมาแล้ว จะมีกระแสไหลผ่านได้ 2 จุด ต้องมีความต่างศักย์ ถ้าประจุ 1 คูลอมบ์ เคลื่อนที่ระหว่าง 2 จุด เสียพลังงานเป็นจูลไปเท่าใด คือค่าความต่างศักย์ระหว่าง 2 จุดนั้น มีหน่วยเป็น จูล/คูลอมบ์ หรือโวลต์

รูปที่ 2.1 แสดงการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า

ที่มา : http://www.promma.ac.th/chemistry/Fossil_HTML/Fossil_Fuel016.htm

ให้ความต่างศักย์ระหว่างจุด x และ y = V โวลต์ ถ้าจุด x มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า y ถ้าประจุ 1 คูลอมบ์ จาก x ไป y เกิดพลังงานไฟฟ้า V จูล ประจุ Q คูลอมบ์จาก x ไป y เกิดพลังงานไฟฟ้า QV จูล ถ้าให้

W = พลังงานที่สิ้นเปลือง มีหน่วยเป็นจูล

Q = ปริมาณประจุที่เคลื่อนที่ มีหน่วยเป็นคูลอมบ์

V = ความต่างศักย์ระหว่างจุดคู่ที่ประจุเคลื่อนที่มีหน่วยเป็นโวลต์

ดังนั้น จะได้ พลังงานไฟฟ้า = ปริมาณประจุ x ความต่างศักย์

$$W = QV$$

แต่จากนิยามของกระแสไฟฟ้า ประจุที่เคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา คือ

$$I = Q / t$$
$$Q = It$$

จึงเขียนความสัมพันธ์ใหม่ได้เป็น $W = QV = VIt$
จากกฎของโอห์ม $V = IR$ หรือ $I = V/R$ แทนค่า จะได้

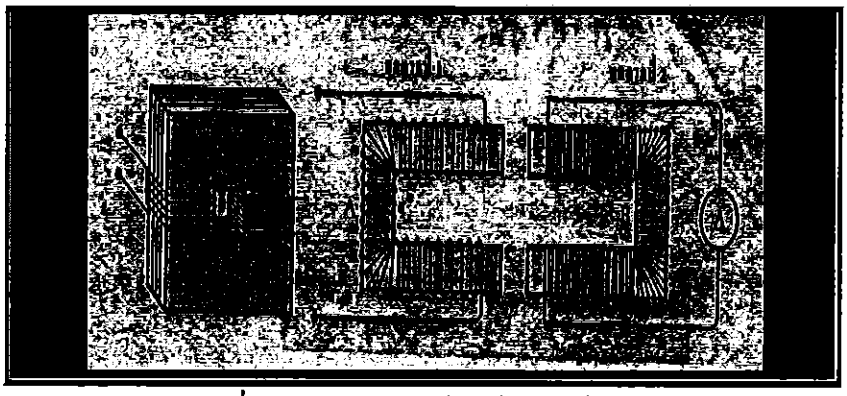
$$W = QV = VIt = I^2Rt = V^2t / R \qquad (2.1)$$

2.1.2.3 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้า คือ เครื่องมือสำหรับเพิ่มหรือลดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับให้สูงขึ้นหรือต่ำลง โดยอาศัยการเหนี่ยวนำไฟฟ้าระหว่างขดลวด มีส่วน ประกอบง่ายๆ คือ แกนเหล็กอ่อน ตัดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสกลางกลวง โดยมากมักจะใช้แผ่นเหล็กอ่อนบางๆ หลายๆ แผ่นอันซ้อนกัน แกนเหล็กอ่อน มีหน้าที่รวมเส้นแรงแม่เหล็กจากขดลวดที่ 1 ไปเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสในขดลวดที่ 2 ทั้ง 2 ข้างของแกนเหล็ก มีขดลวดหุ้มฉนวนบางพันไว้ข้างหนึ่งมีจำนวนรอบมากอีกข้างหนึ่งมีจำนวนรอบน้อยขดลวดด้านที่ต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า A.C. เรียกว่า ขดลวดปฐมภูมิ (Primary Coil) ขดลวดอีกขดหนึ่งเรียกว่า ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Coil) หม้อแปลงนี้ เราจะใช้แปลงไฟขึ้นหรือแปลงไฟลงก็ได้แล้วแต่เราจะต่อกระแสสลับเข้าทางไหน

ก. หม้อแปลงขึ้น (Step-up Transformer) ต้องต่อกระแสไฟสลับเข้าทางขดลวดน้อย รอบ ในกรณีนี้ ขดลวดน้อยรอบ จะเป็นขดลวดที่ 1 (Primary Coil, ขดลวดปฐมภูมิ) จะมีกระแสไฟฟ้าสลับเกิดขึ้นในขดลวดที่ 2 หรือขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Coil) โดยการเหนี่ยวนำ และมีความต่างศักย์สูงขึ้นเพราะขดลวดที่ 2 มีจำนวนรอบมากกว่าขดลวดที่ 1

ข. หม้อแปลงลง (Step-down Transformer) ต้องต่อกระแสไฟฟ้าสลับให้ขดลวด มากรอบ เป็นขดลวดที่ 1 ดังนั้น ขดลวดน้อยรอบจะเป็นขดลวดที่ 2 ขดลวดที่ 2 จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำลงเพราะมีจำนวนรอบขดลวดน้อยกว่า



รูปที่ 2.2 แสดงขดลวดในหม้อแปลงไฟฟ้า

ที่มา : http://www.promma.ac.th/chemistry/Fossil_HTML/Fossil_Fuel016.htm

จากรูป ขดลวดด้านซ้ายมือ เป็นขดลวดที่เราป้อนแรงดันไฟฟ้าที่เราต้องการจะแปลงเข้าไป เรียกว่า ขดลวดปฐมภูมิสำหรับขดลวดด้านขวามือ เป็นขดลวดที่เราต้องการจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น หรือเป็นความต่างศักย์ไฟฟ้า ที่จะได้ออกมา เรียกว่าขดลวดทุติยภูมิ

2.1.3 ความหมายของการประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงาน หมายถึง การใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่าและการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน

พฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หมายถึง การกระทำ หรือกิริยาอาการที่แสดงออกของบุคคลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เป็นไปอย่างคุ้มค่า จากการใช้และการดูแลรักษาอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง โดยที่ยังคงได้รับความสะดวกสบายเท่าเดิม หรือไม่ได้ลดประโยชน์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าลง ทั้งในที่พักอาศัยและโรงเรียน

ทัศนคติต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือความคิดเห็นที่แสดงถึงความพร้อมในการพิจารณา และกำหนดแนวทางการแสดงพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ความถี่ในการติดตามข่าวสารเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าจากสื่อมวลชน ได้แก่ โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์นิตยสาร/วารสาร สื่อเฉพาะกิจ ได้แก่ ป้ายโฆษณา เอกสารทางราชการ/รัฐวิสาหกิจ และแหล่งข่าวสารสื่อบุคคล ได้แก่ พ่อ แม่ ครู และบุคคลอื่น

ความรู้เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ทฤษฎี กฎเกณฑ์ ข้อมูลและข้อเท็จจริงที่บุคคลต่างๆ ได้รวบรวมสะสมไว้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ข้อมูลข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า การผลิตกระแสไฟฟ้า การประหยัดพลังงานไฟฟ้าการเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้า การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง

2.1.3.1 ทำไมต้องประหยัดพลังงาน

ในระยะเวลา 10 กว่าปีที่ผ่านมา หลายๆ คนคงเคยได้ยินคำว่า "การประหยัดพลังงาน" ผ่านเข้ามาในโสตประสาทของตัวเองมาบ้างแล้วไม่มากก็น้อย โดยเฉพาะการรณรงค์จากทางภาครัฐ เพื่อให้ประชาชนคนไทยทุกคนได้ตระหนักในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยผ่านสื่อโฆษณาไม่ว่าจะเป็น วิทยุ โทรทัศน์หนังสือพิมพ์ ฯลฯ ซึ่งก็นับว่าประสบผลสำเร็จในระดับหนึ่ง ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากภาครัฐได้กำหนดแนวนโยบายเพื่อการพัฒนาประเทศในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2515 - 2519) และฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520 - 2524) อย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะด้านการคมนาคมขนส่ง ด้านการอุตสาหกรรม ด้านการก่อสร้าง ด้านที่อยู่อาศัยและการพาณิชย์ ฯลฯ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่า การเร่งรัดพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ ดังกล่าว มีความจำเป็นต้องใช้ "พลังงาน" โดยเฉพาะ "น้ำมัน" ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งพลังงานหลักในการดำเนินการอย่างมากมายมหาศาล ก่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือยในทุกๆ ด้าน อัตราการบริโภคน้ำมันสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ประเทศไทยต้องเสียดุลการค้าให้กับประเทศผู้ส่งออกน้ำมันเป็นจำนวนเงินมหาศาล

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525 - 2529) เริ่มมีนโยบายการประหยัดพลังงานเป็นครั้งแรก กำหนดให้มีการลดอัตราการใช้พลังงานในประเทศไทยโดยส่วนรวมลง โดยให้มีการขยายตัวไม่เกินร้อยละ 4.8 ต่อปี มีการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน โดยเน้นในสาขาอุตสาหกรรมเป็นพิเศษจัดให้มีการบริการตรวจสอบการใช้พลังงานในโรงงานการจัดทำเอกสารแนะนำเผยแพร่จัดทำโครงการสาธิตการประหยัดพลังงานการฝึกอบรม การจัดประชุมสัมมนา การจูงใจในการประหยัดพลังงาน เป็นต้น

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 - 2534) ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535 - 2539) และฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 - 2544) ภาครัฐจึงได้กำหนดนโยบายขยายขอบเขตการประหยัดพลังงานไปถึง บ้านอยู่อาศัย อาคารธุรกิจ และโรงงานอุตสาหกรรม ต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน โดยมีมาตรการต่างๆ ดังนี้

มาตรการส่งเสริม ได้แก่ ให้การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานอุตสาหกรรมและอาคารพาณิชย์ การประชาสัมพันธ์และการเผยแพร่ความรู้ การฝึกอบรม การสัมมนา การวิจัยและพัฒนา การจัดตั้งศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย เป็นต้น

มาตรการจูงใจ ได้แก่ การลดภาษีอากรสำหรับเครื่องจักรกล วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ การให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำสำหรับสาธิตการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เป็นต้น

มาตรการกำกับดูแล ได้แก่ ออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2535 มีการทดสอบติดฉลากแสดงระดับและประสิทธิภาพการใช้พลังงานไว้บนเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

2.1.3.2 ข้อดีและข้อเสียของการประหยัดพลังงาน

เพื่อให้เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนจึงข้อสรุปข้อดี และข้อเสียของการประหยัดพลังงานไว้ ดังนี้

ก. ข้อดีต่อประเทศชาติ (ผลประโยชน์ส่วนรวม)

ก.1 ช่วยชาติลดการขาดดุลการค้าระหว่างประเทศในการสั่งซื้อน้ำมันดิบเข้ามาในประเทศ

ก.2 ฐานะและเสถียรภาพทางการเงินของรัฐดีขึ้น มีเงินเหลือที่ได้จากการประหยัดพลังงานไปใช้พัฒนาประเทศในด้านอื่นๆต่อไป

ก.3 ทำให้ต้นทุนการผลิตสินค้าต่างๆลดลง

ข. ข้อดีต่อตัวเอง (ผลประโยชน์ส่วนตัว)

ข.1 ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในแต่ละเดือน

ข.2 มีเงินเหลือที่จะนำไปใช้เป็นค่าใช้จ่ายอื่นๆได้

ข.3 ทำให้เป็นคนมีจิตสำนึก เห็นคุณค่าของพลังงาน เป็นทรัพยากรบุคคลที่มีคุณค่าขององค์กร

ข.4 เป็นตัวอย่างที่ดีแก่ลูกหลานและเยาวชนรุ่นหลัง

ค. ข้อเสียนั้นไม่มีเพราะประหยัดพลังงานได้ ดังนั้น

ค.1 รัฐต้องเสียเงินจำนวนมากในการจัดหาพลังงานมาให้ใช้อย่างเพียงพอ

ค.2 รัฐอาจจะไม่มีเงินเหลือพอที่จะนำไปพัฒนาประเทศให้เจริญ

ค.3 เกิดปัญหามลพิษจากการใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

ค.4 เป็นตัวอย่างที่ไม่ดีแก่ลูกหลานและเยาวชนรุ่นหลัง

ค.5 อีกไม่กี่ปีข้างหน้าแหล่งพลังงานสิ้นเปลือง เช่น น้ำมัน อาจจะหมดสิ้น

ค.6 ราคาพลังงาน โดยเฉพาะพลังงานสิ้นเปลืองจะมีราคาแพงขึ้นเรื่อยๆ

2.1.4 พลังงานทดแทน

2.1.4.1 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติเป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูงในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน

เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

รูปที่ 2.3 แสดงแผงโซล่าเซลล์
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ก. เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system) **เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญ** ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่และ**อุปกรณ์เปลี่ยนระบบ**ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ

ข. เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรงใช้ผลิตไฟฟ้าในเขต**เมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึงอุปกรณ์ระบบที่สำคัญ** ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์**อุปกรณ์เปลี่ยนระบบ**ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

ค. เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system) **เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม** และเครื่องยนต์ดีเซลระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ **เป็นต้น** โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ

ง. เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน ได้แก่ **การผลิตน้ำร้อนด้วย**พลังงานแสงอาทิตย์และการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

สำหรับการใช้งานด้านพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย**นับตั้งแต่ปี พ.ศ.** 2526 - 2550 **พบว่า มีหน่วยงานทั้งในส่วนของภาครัฐสถาบันการศึกษา และเอกชนได้ดำเนินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์รวมถึงระบบการสื่อสารด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เป็นจำนวนถึง** 32,249.992 กิโลวัตต์

2.1.5 บัลลาสต์

บัลลาสต์ที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ บัลลาสต์แม่เหล็กไฟฟ้าและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ก. บัลลาสต์ธรรมดา (Standard Electromagnetic Ballast) มีคุณสมบัติดังนี้

ก.1 ค่า P.F ต่ำ ขนาด 18 W มีค่า 0.37 Lagging ขนาด 36 W มีค่า 0.50 Lagging

ก.2 กำลังสูญเสียค่อนข้างสูง 8-10 W

2.1.5.2 บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast) มีคุณสมบัติดังนี้

ก. ค่า P.F ต่ำ ขนาด 18 W มีค่า 0.30 Lagging ขนาด 36 W มีค่า0.47 Lagging

ข. กำลังสูญเสียจะน้อยกว่าแบบแรก คือ 5-6 W

2.1.5.3 บัลลาสต์ตัวประกอบกำลังสูง (High Power Factor Ballast) บัลลาสต์แบบนี้จะมีตัวเก็บประจุติดตั้งอยู่ภายในค่าP.F สูง 0.85-0.95 Lagging

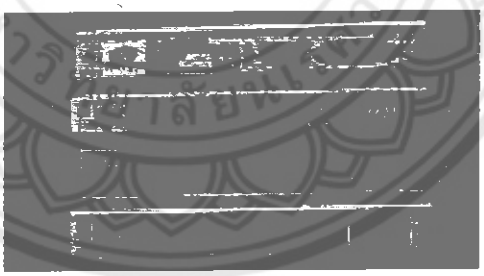
2.1.5.4 บัลลาสต์แบบจุดติดเร็ว (Rapid Start Ballast) เป็นบัลลาสต์ที่ไม่ต้องใช้ร่วมกับสตาร์ตเตอร์จึงมีขดลวดเล็กๆสำหรับจ่ายไฟให้ความร้อนกับขั้วอิเล็คโทรดและสามารถเปิดติดได้ทันทีไม่มีการกระพริบ ค่า P.F สูง 0.90-0.95 Lagging

รูปที่ 2.4 แสดงบัลลาสต์แม่เหล็กไฟฟ้า

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติข้อดีและข้อเสียของบัลลาสต์แกนเหล็ก

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ราคาต่ำและอายุใช้งานยาวนานมากกว่า (20 ปี) 2. ทนต่อสภาพแวดล้อม เช่น แรงดันไม่คงที่ อุณหภูมิสูง 3. ช่างติดตั้งได้อย่างคุ้นเคยและหาซื้อได้ทั่วไป	1. มีการสูญเสียพลังงานสูงประมาณ 20% (6-13 W) 2. เกิดความร้อนสู่สภาพแวดล้อมสูง และมีเสียงคราง 3. มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำ (PF=0.27-0.52) 4. ใช้เวลา 2-3 วินาทีจึงให้แสงสว่างและมีการกระเพื่อม 5. มีการกระพริบเมื่อหลอดไฟฟ้า บัลลาสต์ หรือสตาร์ท-เตอร์เสื่อม ซึ่งเนื่องจากเปลืองไฟแล้ว ยังอาจทำให้เกิดไฟไหม้ได้เพราะกระแสสูงผิดปกติ ทำให้ชุดขดลวดร้อนผิดปกติ

2.1.5.5 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) เป็นบัลลาสต์ที่ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำงานจะมีราคาค่อนข้างแพง แต่มีข้อดีกว่าบัลลาสต์แม่เหล็กไฟฟ้าหลายข้อคือ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของหลอด ไม่เกิดการกระพริบหรือเกิดแสงวาบ สามารถเปิดติดทันทีไม่ต้องใช้สตาร์ตเตอร์ เพิ่มอายุการใช้งานของหลอด และไม่ต้องปรับปรุงเรื่องตัวประกอบกำลัง (Power Factor P.F.) นอกจากนี้ยังไม่มีเสียงรบกวน และน้ำหนักเบาอีกด้วย



รูปที่ 2.5 แสดงบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติข้อดีและข้อเสียของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ลดสูญเสียพลังงานประมาณร้อยละ 20 2. ลดความร้อนสู่สภาพแวดล้อม และลดเสียงคราง 3. มีค่าตัวประกอบกำลังสูง (โดยทั่วไป PF>0.96) 4. ให้แสงสว่างทันทีและไม่มีการกระเพื่อม 5. มีวงจรควบคุมตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าเมื่อผิดปกติ 6. ความเสื่อมของหลอดไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูงและหรี่แสงได้	1. ราคาสูงและอายุการใช้งานสั้น 2. มีข้อจำกัดในการใช้งานในสถานที่มีอุณหภูมิสูงมีฝุ่นละอองน้ำ ไอน้ำมัน หรือแรงดันไม่คงที่ 3. มีข้อที่ต้องระมัดระวังในการเลือกซื้อและการเลือกใช้ให้เหมาะสมต่อลักษณะการใช้งาน 4. มีข้อเสียเรื่องสิ่งแวดล้อม ที่ขยะอิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถ Recycle ได้เหมือนขยะจากบัลลาสต์แกนเหล็ก

2.1.6 กำลังไฟฟ้า

2.1.6.1 ตัวเลขที่กำกับไว้บนเครื่องใช้ไฟฟ้า

เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งทราบได้จากตัวเลขที่กำกับไว้บนเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ระบุไว้ทั้งความต่างศักย์ (V) และกำลังไฟฟ้า (W) เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด เช่น หลอดไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้าเตารีดไฟฟ้า มีตัวเลขกำกับไว้ บนเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟฟ้ามีตัวเลขกำกับว่า 220 V 60 W ตัวเลข 220 V หมายถึงหลอดไฟฟ้านี้ใช้กับความต่างศักย์ 220 โวลต์ซึ่งเราต้องใช้ให้ตรงกับค่าความต่างศักย์ที่กำหนดมา ส่วนตัวเลข 60 W ที่กำกับมาเป็นค่าของพลังงานไฟฟ้าที่หลอดไฟฟ้าใช้ไปในเวลา 1 วินาที ซึ่งเรียกว่ากำลังไฟฟ้าการวัดพลังงานไฟฟ้า ใช้หน่วยเป็นจูล ตัวเลข 60 W จึงหมายความว่า ขณะเปิดไฟหลอดไฟฟ้านี้จะใช้พลังงานไฟฟ้า 60 จูล ในเวลา 1 วินาทีกำลังไฟฟ้า (Electric Power) คือพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) หรือจูลต่อวินาที

2.1.6.2 การคำนวณหากำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดหาได้จากพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นใช้ไปในเวลา 1 วินาที ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = พลังงานไฟฟ้า (จูล) / เวลา (วินาที)

ตัวอย่าง ตู้เย็นหลังหนึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1,500 จูล ในเวลา 10 วินาที ตู้เย็นหลังนี้ ใช้กำลังไฟฟ้าเท่าใด

วิธีทำ พลังงานไฟฟ้า = 1,500 จูล, เวลา = 10 วินาที จากความสัมพันธ์

กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = พลังงานไฟฟ้า (จูล) / เวลา (วินาที)

กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = 1500 (จูล) / 10 (วินาที)

ตอบ ตู้เย็นหลังนี้ใช้กำลังไฟฟ้า = 150 จูล / วินาที หรือ = 150 วัตต์

กระแสไฟฟ้านำพลังงานไฟฟ้ามายังเครื่องใช้ไฟฟ้าดังนั้นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อกับวงจรไฟฟ้า ที่มีความต่างศักย์ค่าหนึ่งจะพบว่าถ้ากระแสไฟฟ้าผ่านมาก แสดงว่าเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นใช้พลังงานไฟฟ้ามาก นั่นคือใช้กำลังไฟฟ้ามากและถ้ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้อยแสดงว่าเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย นั่นคือใช้กำลังไฟฟ้าน้อยด้วย สรุปได้ว่ากำลังไฟฟ้ามีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นต่ออยู่โดยกำลังไฟฟ้ามีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า

ถ้า P แทนกำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์

V แทนความต่างศักย์มีหน่วยเป็นโวลต์

I แทนกระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์

จะได้ $P = VI$ (2.2)

ตัวอย่างที่ 1 เตารีดไฟฟ้าอันหนึ่งใช้กำลังไฟฟ้า 1,100 วัตต์ เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 220 โวลต์ จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านเท่าไร

วิธีทำ เตารีดไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า (P) = 1,100 วัตต์

เตารีดไฟฟ้าต่อกับความต่างศักย์ (V) = 220 โวลต์

จากสมการ $P = VI$

ดังนั้น $1,100 = 220 \times I$

$I = 1.100/220$

$I = 5$ แอมแปร์

ตอบ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเตารีดไฟฟ้า 5 แอมแปร์

ตัวอย่างที่ 2 วัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องปรับอากาศเครื่องหนึ่งได้ 10 แอมแปร์ เมื่อเครื่องปรับอากาศต่อกับความต่างศักย์ 220 V เครื่องปรับอากาศนี้ใช้กำลังไฟฟ้าเท่าไร

วิธีทำ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเครื่องปรับอากาศ (I) = 10 แอมแปร์

เครื่องปรับอากาศต่อกับความต่างศักย์ (V) = 220 โวลต์

จากสมการ $P = VI$

ดังนั้น $P = 220 \times 10$

$P = 2,200$ วัตต์

ตอบ เครื่องปรับอากาศนี้ใช้กำลังไฟฟ้า 2,200 วัตต์

2.1.6.3 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้า

ตารางที่ 2.3 แสดงกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด

เครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
เตารีดไฟฟ้า	700 1,600
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	500 1,400
พัดลมตั้งพื้น	25 75
ตู้เย็น	70 260
เครื่องปรับอากาศ	1,150 ขึ้นไป
กาต้มน้ำไฟฟ้า	200 1,000

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทที่ให้ความร้อนและเครื่องปรับอากาศจะใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทอื่น เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะใช้กำลังไฟฟ้าต่างกันและเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดเดียวกัน ถ้ามีขนาด ต่างกันก็จะใช้กำลังไฟฟ้าต่างกันด้วยเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดที่ต้องใช้กำลังไฟฟ้ามาก เช่น เตารีดไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศถ้ายิ่งใช้เป็นเวลานาน จะยิ่งสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามาก ดังนั้น การเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจึงควรพิจารณาถึงความจำเป็นเปรียบเทียบกับประโยชน์ที่จะได้รับว่าคุ้มค่ากันหรือไม่

2.1.6.4 การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า

เมื่อทราบค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถหาพลังงานไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองไปกับเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นได้ดังนี้

กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = พลังงานไฟฟ้า (จูล) / เวลา (วินาที)

ดังนั้น พลังงานไฟฟ้า (จูล) = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) X เวลา (วินาที)

ตัวอย่าง หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ ถ้าใช้หม้อหุงข้าวนี้นาน 1 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่าไร

วิธีทำ หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า = 800 วัตต์

ใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้านาน 1 ชั่วโมง = 60 X 60 วินาที จากความสัมพันธ์

พลังงานไฟฟ้า (จูล) = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) X เวลา (วินาที)

ดังนั้น พลังงานไฟฟ้า (จูล) = 800 X 60 X 60 = 2,880,000 จูล

ตอบ ใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้านี้ นาน 1 ชั่วโมงสิ้นเปลืองพลังงาน 2,880,000 จูล

โดยทั่วไปนิยมวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหน่วยที่ใหญ่กว่าหน่วยจูล โดยวัดกำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ และคิดช่วงเวลาเป็นชั่วโมง ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าจึงวัดได้เป็น

กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือเรียกว่า หน่วยหรือยูนิต เนื่องจากกำลังไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์เท่ากับ 1,000 วัตต์ ดังนั้นถ้าใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง จึงหมายถึง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1,000 วัตต์ เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง นั่นคือ ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือหน่วย หรือยูนิต คำนวณได้จาก

พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) X เวลา (ชั่วโมง)

ตัวอย่าง พัดลมตั้งพื้น 75 วัตต์ 4 ตัวถ้าเปิดพร้อมกันจะใช้กำลังไฟฟ้ารวมกันกี่กิโลวัตต์ และถ้าเปิดอยู่นาน 5 ชั่วโมงจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ากี่หน่วย

วิธีทำ พัดลมตั้งพื้น 75 วัตต์ 4 ตัวใช้กำลังไฟฟ้ารวม = 75 X 4 วัตต์ = 300 วัตต์

กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) = 300/1,000 กิโลวัตต์

นั่นคือ พัดลมตั้งพื้นทั้ง 4 ตัว ใช้กำลังไฟฟ้า 0.3 กิโลวัตต์

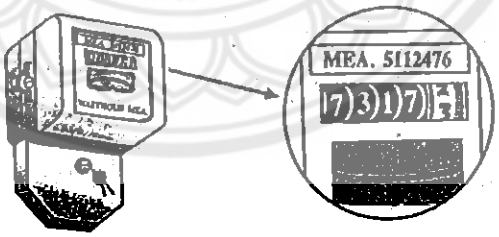
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) X เวลา (ชั่วโมง)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 0.3 กิโลวัตต์ X 5 ชั่วโมง = 1.5 หน่วย

ตอบ พัดลมตั้งพื้น 4 ตัวนี้เปิดนาน 5 ชั่วโมงสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 1.5 หน่วย

2.1.6.5 มาตรไฟฟ้า

ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านเรือนทั่วไป มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ คงที่ดังนั้นในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆจะใช้พลังงานไฟฟ้ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวน ชนิด ขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าและระยะเวลาในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าการไฟฟ้าจะคิดเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่แต่ละบ้านใช้ไปโดยใช้เครื่องวัดติดไว้บนเสาไฟฟ้าหน้าบ้านของผู้ใช้ไฟฟ้าเรียกว่า กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง มิเตอร์หรือมาตรไฟฟ้าซึ่งวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปเป็นกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง เรียกกันทั่วไปว่า หน่วยหรือยูนิต

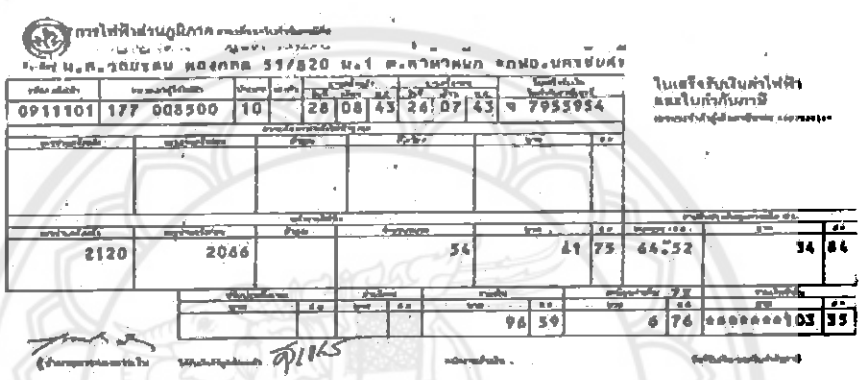


รูปที่ 2.6 แสดงการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจากมาตรไฟฟ้า

ที่มา : ปรีชา สุวรรณพินิจ นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. คู่มือเตรียมสอบวิทยาศาสตร์ ม .3

ขณะใช้พลังงานไฟฟ้าจะมีกระแสไฟฟ้าผ่านมาตรไฟฟ้ามากหรือน้อยตามพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ดังนั้นจึงมีการออกแบบมาตรไฟฟ้าขนาดต่าง ๆ กันตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในเวลา 1 วินาที เช่น มาตรไฟฟ้าขนาด 5, 15, 50 แอมแปร์ สถานที่ที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามาก เช่น โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆโรงแรมหรือสถานที่ที่ใช้เครื่องปรับอากาศหลายเครื่อง ต้องเลือกขนาด

ของมาตรไฟฟ้าให้เหมาะสม สามารถทนต่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านได้ ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านมาตรไฟฟ้า มากเกินกว่าที่กำหนด จะทำให้มาตรไฟฟ้าเกิดความร้อนสูงจนไหม้ได้ ใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าและการเก็บเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเจ้าหน้าที่ของการไฟฟ้าจะจดบันทึกตัวเลขจากมาตรไฟฟ้าในวันต้นเดือนครั้งหนึ่งและเมื่อครบหนึ่งเดือนจะจดบันทึกตัวเลขอีกครั้งหนึ่งเพื่อนำตัวเลขมาคำนวณหาจำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปเช่น ตัวเลขจดบันทึกครั้งก่อน 2066 ตัวเลขจดบันทึกครั้งหลัง 2120 ฉะนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปคือ 2120 2066 = 54 หน่วยเราจะได้รับใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปดังรูป



รูปที่ 2.7 แสดงใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า

ที่มา : รัตนาภรณ์ อิทธิไพสิฐพันธุ์ และคณะ .สมุดเสริมความรู้ ทักษะปฏิบัติ และแบบทดสอบตามจุดประสงค์วิทยาศาสตร์ ว 306 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. 2543. หน้า 56.

2.1.6.6 การคำนวณค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าต้องชำระในแต่ละเดือนประกอบด้วย

ก. ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge)

ข. ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตหรือค่า Ft (Energy Adjustment Charge)

ค. ภาษีมูลค่าเพิ่มหรือ VAT ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการได้ดังนี้

ค่าไฟฟ้าที่ต้องชำระ = ค่าพลังงานไฟฟ้า + ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต + ภาษีมูลค่าเพิ่ม

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เราใช้ไปการไฟฟ้าไม่ได้คิดค่าพลังงานไฟฟ้าในอัตราเดียวกันตลอดแต่คิดในอัตราก้าวหน้าคือเมื่อใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นจะต้องจ่ายเงินค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยมากขึ้นดังนี้

อัตราค่าไฟฟ้าเป็นรายเดือน (สำหรับบ้านอยู่อาศัย)

ค่าพลังงานไฟฟ้าในอัตราก้าวหน้า 5 หน่วยแรกหรือน้อยกว่า เป็นเงิน 5.00 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6 15) หน่วยละ 0.70 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 25) หน่วยละ 0.90 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 35) หน่วยละ 1.17 บาท

65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 100) หน่วยละ 1.58 บาท

50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 150) หน่วยละ 1.68 บาท

250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่151 400) หน่วยละ 2.22 บาท

เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป) หน่วยละ 2.53 บาท

อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยประกาศใช้เมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2534

ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตหรือค่า Ft

ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต (Ft) = จำนวนหน่วยที่ใช้ X ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตต่อหน่วย

สำหรับค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตต่อหน่วยนี้จะเปลี่ยนแปลงตามสภาพเศรษฐกิจซึ่งในปัจจุบันนี้เท่ากับ 64.52 สตางค์ต่อหน่วย

ภาษีมูลค่าเพิ่มหรือ VAT

ภาษีมูลค่าเพิ่ม = ร้อยละ 7 ของผลรวมระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้ากับค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต

ตัวอย่าง การคำนวณค่าไฟฟ้าบ้านหลังหนึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าในระยะเวลา 1 เดือน เท่ากับ 85 หน่วย จะต้องชำระค่าไฟฟ้าเท่าไร (คิดค่าพลังงานไฟฟ้าในอัตราก้าวหน้า)

ค่าพลังงานไฟฟ้าในอัตราก้าวหน้า

5 หน่วยแรกหรือน้อยกว่า เป็นเงิน 5.00 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6 15) หน่วยละ 0.70 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 25) หน่วยละ 0.90 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 35) หน่วยละ 1.17 บาท

65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 100) หน่วยละ 1.58 บาท

50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 150) หน่วยละ 1.68 บาท

250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 400) หน่วยละ 2.22 บาท

เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป) หน่วยละ 2.53 บาท

ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต (Ft) หน่วยละ 0.6452 บาท

ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) 7 %

วิธีทำ คิดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

5 หน่วยแรก เป็นเงิน = 5.00 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6 15) เป็นเงิน 0.70 x 10 = 7.00 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 25) เป็นเงิน 0.90 x 10 = 9.00 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 35) เป็นเงิน 1.17 x 10 = 11.70 บาท

50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 85) เป็นเงิน 1.58 x 50 = 79.00 บาท

ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น = 5.00 + 7.00 + 9.00 + 11.70 + 79.00 = 111.70 บาท

ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต (Ft) = จำนวนหน่วยที่ใช้ X ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตต่อหน่วย

85 X 0.6452 = 54.84 บาท

ค่าพลังงานไฟฟ้า + ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต = 111.7 + 54.84 = 166.54 บาท

ภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) = (ค่าพลังงานไฟฟ้า + ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต) x 7/100

ภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) = (111.70 + 54.84) x 7/100 = 11.66 บาท

ตอบ บ้านหลังนี้ต้องชำระค่าไฟฟ้า = 111.70 + 54.84 + 11.66 = 178.20 บาท

2.1.7 วิธีการจัดทำ TSV Energy Chart

TSV Energy Chart เป็นการแสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานในทุกกระบวนการตั้งแต่ เริ่มรับ วัตถุดิบ ผ่านเข้ากระบวนการ ดำเนินการแปรรูป เคลื่อนย้าย และกระบวนการต่อๆไป จนเป็นสินค้าสำเร็จรูป และจัดส่ง ซึ่งจะต้องแสดงให้เห็น ข้อมูลที่สำคัญ คือ นำพลังงานไปใช้ประโยชน์อะไร ศักยภาพของพลังงานที่ป้อนเข้ากระบวนการและศักยภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ ดังตัวอย่างตารางที่ 2.4 ซึ่งมีวิธีการจัดดังนี้ (คำว่า TSV ย่อมาจาก เติมสินวานิช ซึ่ง อาจารย์ไพฑูรย์ เติมสินวานิชเป็นผู้คิดขึ้น)

2.1.7.1 PROCESS

บันทึกข้อมูลชื่อขั้นตอนกระบวนการตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบ จนถึงผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูปและจัดส่ง ดังตัวอย่าง (บางส่วนของ TSV Energy Chart โรงงานประกอบรถยนต์) เป็นกระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน)

2.1.7.2 Original Energy Potential

บันทึกแหล่งพลังงานและขนาดของแหล่งกำเนิดพลังงาน และศักยภาพพลังงานที่แหล่งกำเนิดพลังงาน ผลิตให้แต่ละกระบวนการเช่น

ก. กระบวนการใช้พลังงานไฟฟ้าก็มีหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานขอให้บอกขนาดหม้อแปลงและวัดช่วงค่าแรงดันหลังหม้อแปลงจริงเช่น 390-400 V ค่าแรงดันไฟฟ้าหลังหม้อแปลง 390-400 V เป็น Original Energy Potential เป็นข้อมูลที่สำคัญ ที่ต้องจัดทำเพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์

ข. กระบวนการใช้พลังงานลมขอให้บอกขนาดปั้มลมและวัดค่าช่วงความดันการตัดต่อเช่นความดัน 6-8 bar ค่า ความดันลม 6-8 bar เป็น Original Energy Potential เป็นข้อมูลที่สำคัญเช่นกัน

ค. กระบวนการใช้พลังงานไอน้ำขอให้บอกขนาดหม้อไอน้ำและวัดค่าช่วงความดันการตัดต่อเช่นความดัน 8-10 bar ค่า ความดันลม 8-10 bar เป็น Original Energy Potential เป็นข้อมูลที่สำคัญเช่นกัน ฯลฯ

2.1.7.3 Process Input Energy Potential

บันทึกระดับศักยภาพของพลังงานที่ป้อนให้แต่ละกระบวนการ หรือค่าควบคุมที่กระบวนการต้องการเช่น

ก. กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานไฟฟ้ามีระดับแรงดันไฟฟ้าหน้าเครื่องจักร 380-385 v

ข. กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานลมมีการควบคุมความดันลมเข้ากระบวนการที่ 4 bar

ค. กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานไอน้ำมีการควบคุมความดันไอน้ำเข้ากระบวนการที่ 6 bar

2.1.7.4 Energy Utilization

บันทึกข้อมูลพลังงานที่ป้อนเข้ากระบวนการแต่ละประเภทของพลังงานได้นำไปใช้ประโยชน์อะไรบ้างและมีการนำไปควบคุมตัวแปร กระบวนการอะไรที่ค่าเท่าใดเช่น

ก. กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ขนาด 15 KW แต่ค่าที่ใช้พลังงานจริง 12 KW เพื่อขับปั้มน้ำหมุนเวียน 800 ลิตรต่อนาที (ค่าพิกัด 1500 ลิตรต่อนาที)

ข. กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานลมเพื่อขับเคลื่อนกระบอกลม

ค. กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) ใช้พลังงานไอน้ำควบคุมอุณหภูมิสารเคมีที่ 80 องศาเซลเซียส ฯลฯ

2.1.7.5 Process Residual Energy

บันทึกข้อมูลระดับศักยภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ เช่น กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) มีคอนเดนเสทออกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (จากการใช้ไอน้ำ)

2.1.7.6 Machine and Product Residual Energy Potential

บันทึกข้อมูลระดับอุณหภูมิเครื่องจักรหรือชิ้นงานที่ออกจากกระบวนการเช่น กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) อุณหภูมิเครื่องจักร 75 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิชิ้นงาน 55 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่าง TSV Energy Chart

Process	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Process Residual Energy	Machine and Product Residual Energy Potential
กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน)	-หม้อแปลงไฟฟ้า 1500 KVA 390-400 V	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-385 v	ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ขนาด 15 KW แต่ค่าที่ใช้พลังงานจริง 12 Kw เพื่อขับปั้มน้ำหมุนเวียน 800 ลิตรต่อชั่วโมง (ค่าพิกัด 1500 ลิตรต่อนาที)	-	-
	-ปั้มลม 50 Kw 3 เครื่อง ผลิตลมอัดความดัน 6-8 bar	-ความดันลมเข้ากระบวนการที่ 4 bar	-ใช้พลังงานลมขับเคลื่อนกระบอกลม		
	-หม้อไอน้ำ 10 ตัน 1 เครื่องผลิตไอน้ำอัดความดัน 8-10 bar	-ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการที่ 6 bar	-ใช้พลังงานไอน้ำควบคุมอุณหภูมิสารเคมีที่ 80 องศาเซลเซียส	คอนเดนเสท อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	อุณหภูมิเครื่องจักร 75 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิชิ้นงาน 55 องศาเซลเซียส

2.1.7.7 วิธีการวิเคราะห์ TVS Energy Chart

หลังจาก จัดทำ TVS Energy Chart แล้วเราสามารถ วิเคราะห์ถึงความเหมาะสม ของการใช้พลังงาน การจัดการพลังงาน ต่างๆ ดังนี้

การนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ (Energy Utilization) วิเคราะห์ตัวแปรที่ควบคุมกระบวนการมีความเหมาะสมหรือไม่ เป็นค่าที่ต่ำที่สุดแล้วหรือยัง เช่น กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) ควบคุมอุณหภูมิสารเคมีที่ 80 องศาเซลเซียส แต่พบว่าสารเคมี มีข้อกำหนดไว้ที่ 45-80 องศาเซลเซียส การตั้งค่า 80 องศาเซลเซียส จึงสูงเกินความจำเป็น สามารถลดลงเหลือ 55 องศาเซลเซียส ก็สามารถใช้งานได้ ทำความสะอาดชิ้นงานได้คุณภาพเหมือนกัน

วิเคราะห์ว่ากระบวนการนำพลังงานไปใช้ทำอะไร มีวิธีการอื่นที่ทำงานได้เหมือนกัน หรือไม่ แต่ยังคงคุณภาพเหมือนกัน หรือใช้พลังงานน้อยลง ตัวอย่างที่พบเช่นกระบวนการทำสี EDP มีการขั้นตอนการกรองฟอสเฟตที่ใช้ปั๊ม ไดอะแกรม ซึ่งเดิมทางโรงงานเปิดปั๊มลมตลอด 24 ชั่วโมง แต่จากการดูการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ สามารถทำงานตามช่วงเวลาที่สายการผลิตทำงานได้ คือ 8 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ประเภทพลังงาน (Energy Type) คือการวิเคราะห์ประเภทพลังงานที่ใช้ ในกระบวนการ ว่ามีชนิดพลังงานอื่น ที่สามารถทำงานได้ เหมือนกัน ได้คุณภาพเหมือนกันแต่มีต้นทุนพลังงานต่ำกว่าเช่น เตาอบไฟฟ้า ใช้พลังงานไฟฟ้าในการให้ความร้อน เราสามารถพิจารณาการให้ความร้อนจาก ก๊าซหุงต้มหรือก๊าซธรรมชาติ แทนซึ่งมีต้นทุน พลังงานความร้อนต่อราคา ต่ำกว่ามากหรือตัวอย่างในกระบวนระบายความร้อน ให้กับระบบน้ำมัน ไฮโดรลิคเครื่องจักร ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สามารถใช้น้ำเย็นจาก Cooling Tower ได้ แต่ก็พบในหลายโรงงานใช้น้ำเย็น จาก Chiller ซึ่งมีต้นทุนพลังงานที่สูงกว่ามาก

การวิเคราะห์ ศักยภาพพลังงาน (Energy Potential) คือ การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงาน ณ.แหล่งกำเนิด พลังงาน (Original Energy Potential) เทียบกับ ระดับศักยภาพก่อนเข้ากระบวนการ (Process Input Energy Potential) และค่าตัวแปรกระบวนการ (Process parameters) ว่าสูงเกินความจำเป็นหรือไม่ ถ้าสูงเกินความจำเป็นก็ดำเนินการลดศักยภาพพลังงานลง เช่น กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน) สามารถควบคุมอุณหภูมิสารเคมีไว้ที่ 55 องศาเซลเซียส แต่ทางโรงงานควบคุมความดันไอน้ำก่อนเข้ากระบวนการไว้ที่ 6 bar (ระดับศักยภาพก่อนเข้ากระบวนการ (Process Input Energy Potential)) ซึ่งมีอุณหภูมิ 158.85 องศาเซลเซียส และหม้อไอน้ำผลิตความดันที่ 8-10 bar (ศักยภาพพลังงาน ณ. แหล่งกำเนิด พลังงาน (Original Energy Potential)) ซึ่งมีอุณหภูมิ 170.4-179.9 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่า ศักยภาพพลังงานที่ผลิตสูงเกินความจำเป็น สามารถลดลงมาเหลือ ความดันที่ 2-3 bar ได้ การนำพลังงานและทรัพยากรกลับคืน (Energy and Resource Recovery) คือ การประเมิน และวิเคราะห์ โอกาส การนำพลังงาน และทรัพยากรที่เหลือจาก กระบวนการ เครื่องจักรหรือชิ้นงานกลับมาใช้ประโยชน์ตัวอย่างเช่น

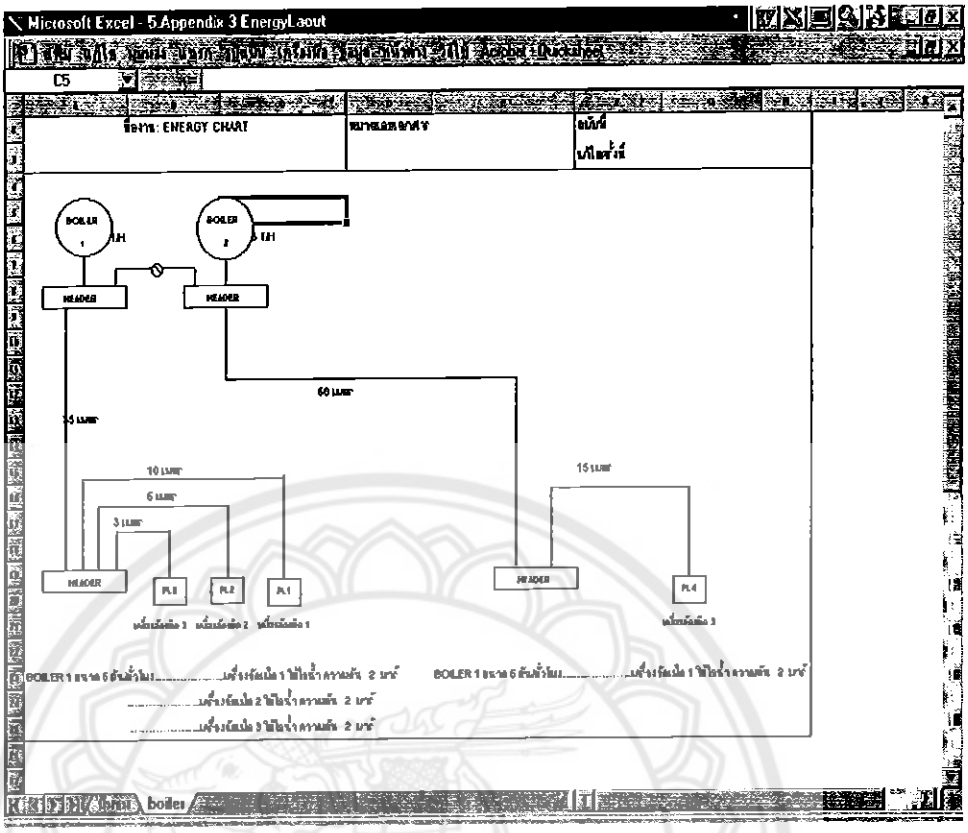
กระบวนการ Degreasing (ล้างไขมัน) มี มีคอนเดนเสทออกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (จากการใช้ไอน้ำ) เป็นแหล่งพลังงานที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ สามารถนำกลับมาใช้เป็นน้ำป้อนหม้อไอน้ำได้ หรืออีกตัวอย่างหนึ่งที่พบที่โรงงานผลิตอาหาร จากกระบวนการทอดอาหารมีทรัพยากรเหลือจากกระบวนการคือ น้ำมันพืชที่ผ่านการทอดอาหารแล้ว นำมาเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทน น้ำมันดีเซลที่ใช้ใน Hot oil Boiler ได้

การวิเคราะห์การรักษาศักยภาพพลังงาน (Energy Potential Preservation) คือการประเมิน และวิเคราะห์ การรักษาศักยภาพพลังงาน โดยไม่ทำให้ศักยภาพพลังงานที่ผลิตมาใช้ประโยชน์สูญเสียศักยภาพพลังงานไป เช่น กระบวนการผลิตไส้กรอก หลังจากอบไส้กรอกแล้วทางโรงงานจะฉีดน้ำเย็น 12 องศาเซลเซียส เพื่อให้ผิว กรอบ แต่สิ่งที่พบคือทางโรงงานได้มีการผลิตน้ำเย็น 12 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการระบวนการต่างๆ แต่กระบวนการนี้ทางโรงงานไม่ใช้น้ำเย็น 12 องศาเซลเซียส ที่ผลิตจากเครื่องทำน้ำเย็น แต่ใช้น้ำแข็งที่ผลิตไว้ใช้ในอีกกระบวนการมาละลายน้ำ ให้ได้ 12 องศาเซลเซียส ในการผลิตน้ำแข็ง ต้องใช้พลังงานสูงกว่าการผลิตน้ำเย็น 12 องศาเซลเซียส การดำเนินการดังกล่าวเป็นการทำลายศักยภาพพลังงาน หรืออีกตัวอย่างหนึ่ง คือ โรงงานผลิตอาหารกระป๋องมีกระบวนการฆ่าเชื้อ (ใช้เครื่อง Retort) ซึ่งจะทำการฆ่าเชื้อที่ อุณหภูมิประมาณ 118 องศาเซลเซียส โดยในเครื่องฆ่าเชื้อ จะมีน้ำท่วมกระป๋องอาหาร และใช้ไอน้ำเพิ่มอุณหภูมิน้ำในเครื่อง จาก 30 องศาเซลเซียส เป็น 118 องศาเซลเซียส และรักษาอุณหภูมิไว้ตามเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะลดอุณหภูมิ น้ำในเครื่องลงมาที่ 45 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำเย็น ซึ่งจากกระบวนการผลิตก็สามารถทำงาน ฆ่าเชื้อได้ แต่เราสูญเสียพลังงานไปมากในการดำเนินการดังกล่าว เราสามารถปรับปรุงการรักษาศักยภาพพลังงานโดยเราสร้างถังเก็บน้ำร้อน ประมาณ 90 องศาเซลเซียส และ น้ำเย็น อุณหภูมิห้อง เมื่อกระบวนการฆ่าเชื้อต้องการใช้น้ำร้อนก็ให้นำน้ำร้อนมาให้ความร้อนเพิ่มให้เป็น 118 องศาเซลเซียส และรักษาอุณหภูมิไว้ตามเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นปั๊มน้ำร้อนไปเก็บในถังน้ำร้อน และขั้นตอนต่อไป คือการลดอุณหภูมิ ก็นำน้ำเย็นอุณหภูมิห้องมาลดอุณหภูมิอาหารกระป๋อง (ใช้น้ำเย็นจาก Cooling Tower ช่วย) ซึ่งจะทำให้ลดการใช้พลังงานได้มาก แทนการเพิ่ม และลดอุณหภูมิในช่วงที่กว้าง

2.1.8 การจัดทำ Energy Layout

การจัดทำ Energy Layout เพื่อวิเคราะห์ ลักษณะ รูปแบบการส่งถ่ายพลังงาน เช่น ระบบท่ออากาศอัด ระบบท่อไอน้ำ เป็นต้น

ตัวอย่าง Energy Layout ระบบไอน้ำโรงงานอาหารสัตว์ต้องให้ความร้อนในการทำให้อาหารสุก ซึ่งใช้พลังงานความร้อนจากน้ำมันเตาผลิตไอน้ำและส่งต่อเข้าเครื่องจักร การจัดทำ Energy Layout ทำให้มองเห็นการส่งถ่ายพลังงาน ไอน้ำ และสามารถทำให้เห็นจุดที่ควรปรับปรุง เช่น Header ของท่อไอน้ำ



รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่าง Energy Layout ของระบบไอน้ำ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 **การวิเคราะห์และตรวจสอบด้านพลังงานของระบบปรับอากาศภายในอาคารวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร (ธนพันธ์ ศรีวุฒิปัญญา, 2545, หน้า ข)**

โครงงานนี้เป็นการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศของอาคารวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร การตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบปรับอากาศและเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุง เพื่อให้การใช้พลังงานไฟฟ้ามีความคุ้มค่ายิ่งขึ้น

จากการศึกษาพบว่า ค่าถ่ายเทความร้อนรวมของพนังและค่าถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคามีค่าเท่ากับ 55 W/m^2 และ 9.46 W/m^2 ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวมีค่าที่อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานอาคารควบคุม ดังนั้นจึงไม่ต้องปรับปรุงเพิ่มเติมในส่วนนี้

ในส่วนของระบบปรับอากาศพบว่ามีการใช้เครื่องทำน้ำเย็น TRANE รุ่น RTAA80 ขนาด 70 ตัน 2 เครื่อง ซึ่งสภาวะปัจจุบันคำนวณ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นได้เท่ากับ 4.41 หากมีการปรับปรุงโดยการเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นที่ส่งเข้าอาคารให้มากขึ้น จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

ในส่วนของเครื่องสูบน้ำ จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพอยู่ที่ร้อยละ 70.68 โดยที่น้ำในท่อมีอัตราการไหลน้อยลงแต่มีแรงดันสูงขึ้น จากสาเหตุนี้จะมีผลทำให้การลดอุณหภูมิในห้องปรับอากาศใช้เวลานานขึ้น หากมีการปรับปรุงโดยการทำความสะอาดท่อน้ำเย็น จะสามารถช่วยเพิ่มอัตราการไหลและลดแรงดันให้เข้าใกล้สภาวะเดิมที่ออกแบบไว้ได้

ในส่วนของความร้อนที่มีผลต่อระบบปรับอากาศที่ได้ศึกษามี 3 แหล่ง คือ จากรอยฉนวนที่หุ้มท่อน้ำเย็นขาด จากช่องเปิดของห้องปรับอากาศและจากการใช้แฟนคอยล์ยูนิตที่ไม่มีกล่องซึ่งมีการปรับปรุงโดยการซ่อมแซมฉนวน ปิดช่องเปิดและการทำท่อลมกลับจากห้องเข้าสู่แฟนคอยล์ยู-นิต จะทำให้สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 144.28, 7974.49 และ 3440.26 บาท/ปี ตามลำดับ

2.2.2 การศึกษาวิธีการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศภายในอาคาร (สรวิศ สอนสารี, 2548, หน้า ข)

โครงงานนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการติดตั้งเครื่องกำเนิดโอโซนในระบบหอผึ่งน้ำระบบล้างท่ออัตโนมัติและการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ ณ อาคาร A (อาคารที่ทำการศึกษา) ซึ่งมีอายุการใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็น 10 ปี โดยจะพิจารณาจากสมรรถนะการทำความเย็น (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น) ของเครื่องทำน้ำเย็น ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 รวมไปถึงวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนไม่ว่าจะเป็นระยะเวลาคืนทุน ผลตอบแทนการลงทุน (ROI) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) รวมไปถึงอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการติดตั้งเครื่องกำเนิดโอโซนในระบบหอผึ่งน้ำแล้วสามารถลดการใช้พลังงานได้โดยเฉลี่ย 0.076 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น เมื่อติดตั้งระบบล้างท่ออัตโนมัติจะสามารถลดการใช้พลังงานได้โดยเฉลี่ย 0.068 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น ส่วนการเปลี่ยนเครื่องทำความเย็นใหม่จะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้มากที่สุด แต่จากการวิเคราะห์ลำดับความคุ้มค่าในการลงทุน สำหรับการติดตั้งเครื่องกำเนิดโอโซนในระบบหอผึ่งน้ำพบว่า มีความคุ้มค่าในการลงทุนในการติดตั้งมากที่สุดรองลงมาคือ การติดตั้งระบบล้างท่ออัตโนมัติและการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ อย่างไรก็ตามสำหรับการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ หากทางเจ้าของกิจการไม่มีเงินเพียงพอในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในคราวเดียวกันก็สามารถทำการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นจากเรื่องที่คุ้มค่ามากที่สุดในการลงทุนก่อนนั่นก็ คือ เครื่องหมายเลข A5 ซึ่งมีผลตอบแทนและผลกำไรจากการประหยัดพลังงานมากที่สุด รองลงมาคือ การเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นหมายเลข A3, A1, A2 และ A4 ตามลำดับ

2.2.3 การออกแบบและสร้างหม้อก๋วยเตี๋ยวประหยัดพลังงาน (ทองคำ จีนาวุฒิ, 2544, หน้า ข)

โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อปรับปรุงหม้อก๋วยเตี๋ยวให้มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนดีขึ้น โดยการออกแบบและสร้างหม้อก๋วยเตี๋ยวประหยัดพลังงาน จากการวิเคราะห์ด้านพลังงานของหม้อก๋วยเตี๋ยวที่ทางร้านทั่วไปได้ใช้งาน พบว่า สามารถออกแบบหม้อก๋วยเตี๋ยวประหยัดพลังงานได้ 2 แบบ คือ แบบลดความสูญเสียความร้อนของหม้อก๋วยเตี๋ยวโดยหุ้มฉนวนขี้เถ้าหนา 22 มิลลิเมตร และแบบเพิ่มปริมาณความร้อนที่หม้อได้รับ โดยทำปล่องทางด้านข้างหม้อก๋วยเตี๋ยว จากการวิเคราะห์สมการพลังงานพบว่า หม้อแบบเพิ่มพื้นที่รับความร้อนด้านข้างมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าแบบหุ้มฉนวน และทั้งสองแบบมีราคาในการสร้างเท่ากัน ดังนั้นจึงเลือกสร้างหม้อแบบเพิ่มพื้นที่รับความร้อนด้านข้าง โดยตัวหม้อจะไม่ติดกับปล่องอย่างถาวร ซึ่งติดตัวล็อคระหว่างหม้อกับปล่องแทนการเชื่อม จากการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพพบว่า ประสิทธิภาพของหม้อแบบการเพิ่มพื้นที่รับความร้อนด้านข้างโดยการทำปล่องดีกว่าหม้อแบบธรรมดา คือ ที่อัตราการใช้เชื้อเพลิง 0.9×10^{-4} หม้อแบบทั่วไปมีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 46.7-53.11 สำหรับหม้อแบบมีปล่องเพิ่มพื้นที่รับความร้อนด้านข้าง มีประสิทธิภาพร้อยละ 55.02-58.83 เมื่อให้ทางร้านขายก๋วยเตี๋ยวทดลองใช้จริง พบว่า หม้อแบบมีปล่องเพิ่มพื้นที่รับความร้อนด้านข้างประหยัดก๊าซหุงต้มได้ 9 กิโลกรัมต่อเดือน หรือ 118 บาทต่อเดือน จุดคืนทุนของราคาที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 10 เดือน 5 วัน (ทองคำ จีนาวุฒิ, 2544, หน้า ข)

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 สำรวจและเก็บข้อมูลของโรงงาน

ผู้บริหารของโรงงานผลิตกระดาษสาต้องการลดต้นทุนด้านพลังงาน จึงมีการกำหนดนโยบายขึ้นมา การสำรวจและเก็บข้อมูลของโรงงานและบันทึกลงไปใน Energy Layout และ Energy Chart จากนั้นนำ ข้อมูลจาก Energy Layout และ Energy Chart ไปวิเคราะห์ข้อมูลพลังงานว่าจะสามารถลดการใช้พลังงาน และสูญเสียพลังงานตรงจุดไหนบ้าง จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ออกมาตรการและระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน และจึงนำไปเสนอผู้บริหารของโรงงานตัดสินใจว่าจะนำมาตรการใดไปบังคับใช้ต่อไป

3.2 วิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากการเข้าไปสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นแล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปคือการนำข้อมูลที่สำรวจได้มาวิเคราะห์เพื่อแจกแจงว่าโรงงานผลิตกระดาษสาที่ได้สำรวจนั้นมีการใช้พลังงานอะไร พลังงานที่ใช้มีต้นกำเนิดมาจากแหล่งกำเนิดพลังงานใด พลังงานที่ได้นั้นนำไปใช้กับกระบวนการใดในสายการผลิต และมีจุดบกพร่องที่จะสามารถลด ปรับปรุง แก้ไข เพื่อให้มีการใช้พลังงานลดลง ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์นั้น จะใช้ Energy Layout, Energy Chart และ Energy Equation เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ดังที่กล่าวมาในหัวข้อ 3.1 ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้

3.2.1 พลังงานที่ใช้ในโรงงาน

พลังงานที่ใช้ในโรงงานผลิตกระดาษสานั้นจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ พลังงานไฟฟ้าและพลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงขี้เลื่อย รายละเอียดต่างๆของพลังงานจะกล่าวถึงในบทที่ 4

3.2.2 Energy Layout

หลังจากการสำรวจรวบรวมข้อมูลทั่วไปของโรงงานแล้ว จะเห็นได้ว่าสามารถแบ่งพลังงานที่ใช้ในโรงงานได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ พลังงานไฟฟ้าและพลังงานไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำหรือบอยเลอร์ จากนั้นจึงนำข้อมูลของพลังงานที่ได้มาเขียนเป็น Energy Layout เพื่อแสดงทิศทางการเดินทางของพลังงานจากต้นกำเนิดไปจนถึงปลาย คือ เมื่อพลังงานได้นำไปใช้ในกระบวนการใดบ้าง การเขียนบันทึกพลังงานลงใน Energy Layout นั้นจะสามารถบอกรายละเอียดต่างๆของ

พลังงานได้ดังนี้ ต้นกำเนิดพลังงาน ทิศทางและระยะของพลังงาน กระบวนการต่างๆที่นำพลังงานไปใช้ อุปกรณ์ต่างๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับพลังงาน

3.2.3 Energy Chart

Energy Chart คือเครื่องมือที่ใช้บันทึกรายละเอียดต่างๆของกระบวนการผลิต ที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน หลังจากจัดทำ Energy Layout เรียบร้อยแล้ว รายละเอียดต่างๆของ Energy-Chart มีดังต่อไปนี้

Energy chart ขั้นตอนฟอกเยื่อ

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.) ฟอกเยื่อ (จำนวน 20 บ่อ)	-หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัดความดัน 0-5 bar -ปั๊มลม 7.5 HP 1 เครื่อง ผลิตลมอัดความดัน 6-8 bar	-ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการที่ 3.4 bar -ความดันลมเข้ากระบวนการที่ 5 bar	-ใช้พลังงานไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิสารเคมีในการย้อมสี 65-80 องศาใช้ระบบการต้มโดยตรงใช้เวลา 2 ชั่วโมง -ใช้พลังงานลม เป่าน้ำเยื่อให้เกิดการหมุนเวียนใช้เวลา30 นาที	อุณหภูมิ น้ำร้อนทิ้ง 60-75 องศาเซลเซียส จำนวน 4,000 ลิตร/ชุดบ่อ -	-อุณหภูมิ เครื่องจักร 60-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ ชิ้นงาน 50 องศาเซลเซียส -

รูปที่ 3.1 ตัวอย่าง Energy Chart

3.2.3.1 การนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ (Energy Utilization)

ก. วิเคราะห์ตัวแปรที่ควบคุมกระบวนการมีความเหมาะสมหรือไม่ เป็นค่าที่ต่ำแล้วหรือยัง

ข. วิเคราะห์ว่ากระบวนการนำพลังงานไปใช้ทำอะไร มีวิธีการอื่นที่ทำงานได้เหมือนกันหรือไม่ แต่ยังคงคุณภาพเหมือนกันหรือใช้พลังงานน้อยลง

3.2.3.2 การวิเคราะห์ประเภทพลังงาน (Energy Type)

การวิเคราะห์ประเภทพลังงานที่ใช้ในกระบวนการ ว่ามีชนิดพลังงานอื่น ที่สามารถทำงานได้เหมือนกัน คุณภาพเหมือนกันหรือใกล้เคียง แต่มีต้นทุนพลังงานต่ำกว่า เช่น การนำเศษหญ้า ใบไม้แห้ง หรือใบอ้อยที่ปกติต้องเผาทิ้งมาใช้แทนเชื้อเพลิงขี้เลื่อยในการเป็นเชื้อเพลิงของหม้อต้มไอน้ำ สามารถพิจารณาจากการให้ความร้อนของ เชื้อเพลิงเหล่านี้แทนซึ่งมีต้นทุนพลังงานความร้อนต่อราคาต่ำกว่า

3.2.3.3 การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงาน (Energy Potential)

การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงาน ณ.แหล่งกำเนิด พลังงาน (Original Energy Potential) เทียบกับ ระดับศักยภาพก่อนเข้ากระบวนการ (Process Input Energy Potential) และค่าตัวแปรของกระบวนการ (Process parameters) ว่าสูงเกินความจำเป็นหรือไม่ ถ้าสูงเกินความจำเป็นก็ดำเนินการลดศักยภาพของพลังงานลง ให้สมดุลกันมากที่สุด เพื่อเป็นการประหยัดเชื้อเพลิง

3.2.3.4 การนำพลังงานและทรัพยากรกลับคืน (Energy and Resource Recovery)

คือการประเมินและวิเคราะห์โอกาส การนำพลังงาน และทรัพยากรที่เหลือจาก กระบวนการ เครื่องจักรหรือชิ้นงานกลับมาใช้ประโยชน์เช่นปอสาที่ใช้ต้มแล้วไม่ได้คุณภาพที่ดีพอ จึงนำมาทิ้ง อาจนำตากแดดให้แห้งและนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

3.2.3.5 การวิเคราะห์การรักษาศักยภาพพลังงาน (Energy Potential Preservation)

คือการประเมินและวิเคราะห์ การรักษาศักยภาพพลังงาน โดยไม่ทำให้ศักยภาพพลังงานที่ผลิตมาใช้ประโยชน์สูญเสียศักยภาพพลังงานไป

3.3 หามาตรการแก้ไขเพื่อลดการใช้พลังงาน

หลังจากนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลง Energy Layout และ Energy Chart แล้ว จะสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อหาทางแก้ไขหรือปรับปรุงในส่วนที่มีการใช้พลังงานเกินความจำเป็นหรือกระบวนการที่ใช้พลังงานเกินความจำเป็น การวิเคราะห์จุดบกพร่องนั้นส่วนใหญ่จะมาจากข้อมูลใน Energy Chart ในส่วนของ Residual Energy Potential และ Machine and Product Energy Potential เพราะสามารถเห็นตัวเลขข้อมูลพลังงานได้อย่างชัดเจน หลังจากนั้นจึงหาวิธีแก้ไข แล้วจึงนำไปออกมาตรการและระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงานต่อไป

3.4 การดำเนินการประหยัดพลังงาน

หลังจากได้วิเคราะห์และศึกษาข้อมูลจนสามารถรู้จุดบกพร่องและปัญหาที่เกิดขึ้น จนได้มาซึ่งมาตรการและระเบียบปฏิบัติต่างๆเพื่อการลดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานแล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปคือการนำมาตรการและระเบียบปฏิบัติต่างๆ ไปเสนอต่อผู้บริหารของโรงงาน เพื่อให้ผู้บริหารโรงงานตัดสินใจและอนุมัติให้บังคับใช้มาตรการและระเบียบปฏิบัติที่เสนอไป

3.5 เก็บข้อมูลหลังการดำเนินมาตรการและระเบียบปฏิบัติ

หลังจากดำเนินมาตรการและระเบียบปฏิบัติต่างๆแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการดำเนินการ เพื่อแสดงให้เห็นว่าหลังการดำเนินการแล้วสามารถลดการใช้พลังงานได้จริงหรือไม่ เป็นไปตามเกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome) หรือไม่

ในการเปรียบเทียบข้อมูลของโรงงานแห่งนี้จะใช้หน่วยเป็น พลังที่ใช้ต่อหน่วยต้นของวัตถุดิบเข้า (MJ/ton) ส่วนหน่วยของพลังงานที่ใช้จะต้องคิดเป็น หน่วย MJ เพราะทางโรงงานมีการใช้พลังงานแบ่งเป็น 2 ประเภท คือพลังงานไฟฟ้าซึ่งมีหน่วยเป็น KWh และพลังงานความร้อนที่มีขี้เลื่อยเป็นเชื่อเพลิง จึงต้องนำพลังงานทั้งสองมาแปลงเป็นค่าความร้อนซึ่งมีหน่วยเป็น MJ เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ หลังจากนั้นนำค่าพลังงานที่ใช้ไปเทียบกับปริมาณของวัตถุดิบ เพื่อแสดงให้เห็นว่าในแต่ละเดือนหรือแต่ละปี จำนวนวัตถุดิบที่ใช้นั้นจะไม่คงที่ ถ้าไม่นำพลังงานที่ใช้ไปเทียบเป็นอัตราส่วนแล้วจะเกิดความแปรปรวนของข้อมูลได้ เนื่องจากถ้าวัตถุดิบเข้ามีปริมาณลดลง แสดงว่ากำลังการผลิตลดลงและการใช้พลังงานก็จะลดลงตามไปด้วย เพราะเหตุนี้จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าหลังการดำเนินการแล้วจะสามารถลดการใช้พลังงานได้จริง

การแปลงหน่วยให้เป็นค่าความร้อนสำหรับพลังงานไฟฟ้านั้น ไฟฟ้า 1 KWh จะมีค่าเท่ากับ 3.6 MJ และขี้เลื่อย 1 ton จะให้ความร้อนเท่ากับ 10,880 MJ

3.6 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงานแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาสรุปผลการดำเนินงานในด้านการจัดการพลังงานและจึงนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้พลังงานก่อนที่จะมีการดำเนินงานว่า หลังการดำเนินงานตามขั้นตอนต่างๆแล้ว ส่งผลให้ทางโรงงานผลิตกระดาษสาแห่งนี้มีการใช้พลังงานลดลงกว่าเดิมหรือไม่ และถ้ามีการใช้พลังงานที่ลดลงจากเดิมแล้ว จะมีอัตราส่วนการใช้พลังงานที่ลดลงนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome) หรือไม่

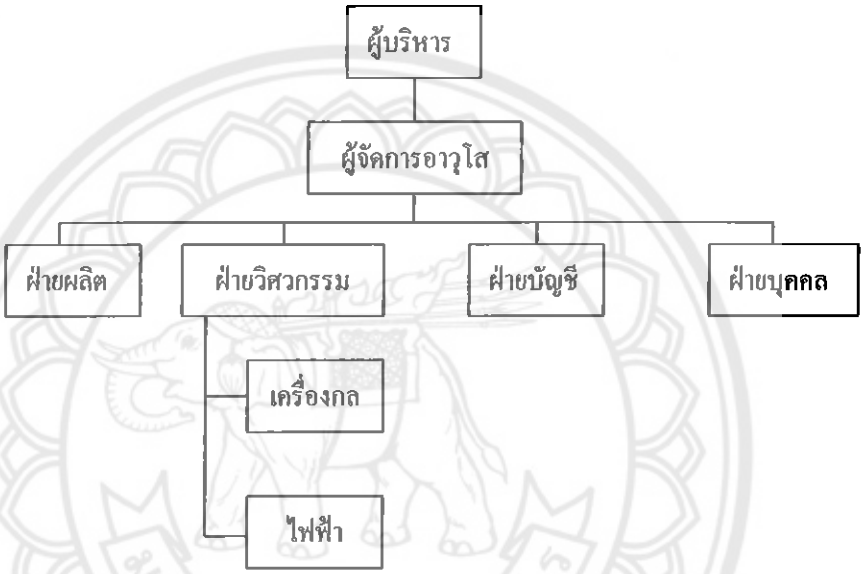
3.7 จัดทำรูปเล่มรายงาน

หลังจากได้มีการดำเนินงานตามแผนที่ได้วางไว้ตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นครบทุกขั้นตอนแล้ว จึงจัดทำเป็นรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานและวิเคราะห์

4.1 สำรวจและเก็บข้อมูล

4.1.1 จัดทำแผนผังองค์กรเพื่อกำหนดผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน



รูปที่ 4.1 แผนผังโครงสร้างการบริหารงาน

การจัดทำแผนผังองค์กรการบริหารและกำหนดผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพราะเป็นเสมือนเมื่อมีเป้าหมายแล้วก็ต้องมีผู้ที่ทำให้สามารถไปถึงเป้าหมายได้นั่นก็คือผู้รับผิดชอบด้านพลังงานซึ่งจะประกอบไปด้วยหัวหน้าทีม หรือผู้มีอำนาจสั่งการที่จะปฏิบัติงาน (ผู้บริหาร) หรืออาจจะหมอบหมายหน้าที่การเป็นหัวหน้าทีมให้แก่ ผู้จัดการทั่วไปก็ได้และจึงหาผู้ดูแลตามแผนกต่างๆและควรเป็นหัวหน้าแผนกของแต่ละแผนกดังแสดงในรูปที่ 4.1

4.1.2 ประเภทและสัดส่วนการใช้พลังงาน

เมื่อมีการกำหนดผู้รับผิดชอบในด้านต่างๆ แล้วจากนั้นก็จะเป็นการเก็บรวบรวมพลังงานในด้านต่างๆ ใหญ่ๆคือ พลังงานเชื้อเพลิงขี้เลื่อยและพลังงานไฟฟ้าดังข้อมูลข้างต้น การเก็บข้อมูลพลังงานนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะจะทำให้กำหนดเป้าหมายได้ว่า จะต้องลดการใช้พลังงานทั้งหมดแล้วกี่เมกกะจูล (MJ) การที่พลังงานมีหน่วยเป็นเมกกะจูลนั้น เพราะการใช้พลังงานต่างๆในโรงงานมิได้มีการใช้พลังงานเพียงหน่วยวัดเดียว แต่มีการใช้พลังงานสองชนิดคือพลังงานขี้เลื่อยและ

พลังงานไฟฟ้า ซึ่งหน่วยวัดของพลังงานทั้งสองไม่เหมือนกันจึงต้องนำหน่วยวัดของทั้งสองพลังงานมาแปลงให้เป็นหน่วยของเมกกะจูล เพื่อง่ายต่อการวัดผลสำเร็จของการประหยัดพลังงาน

4.1.2.1 ข้อมูลเบื้องต้น

ก. ประเภทโรงงาน อุตสาหกรรมขนาดย่อม

ข. จำนวนพนักงาน ประจำ 84 คน รายวัน 108 คน

ค. ผลิตภัณฑ์ กระดาษสาและผลิตภัณฑ์กระดาษ

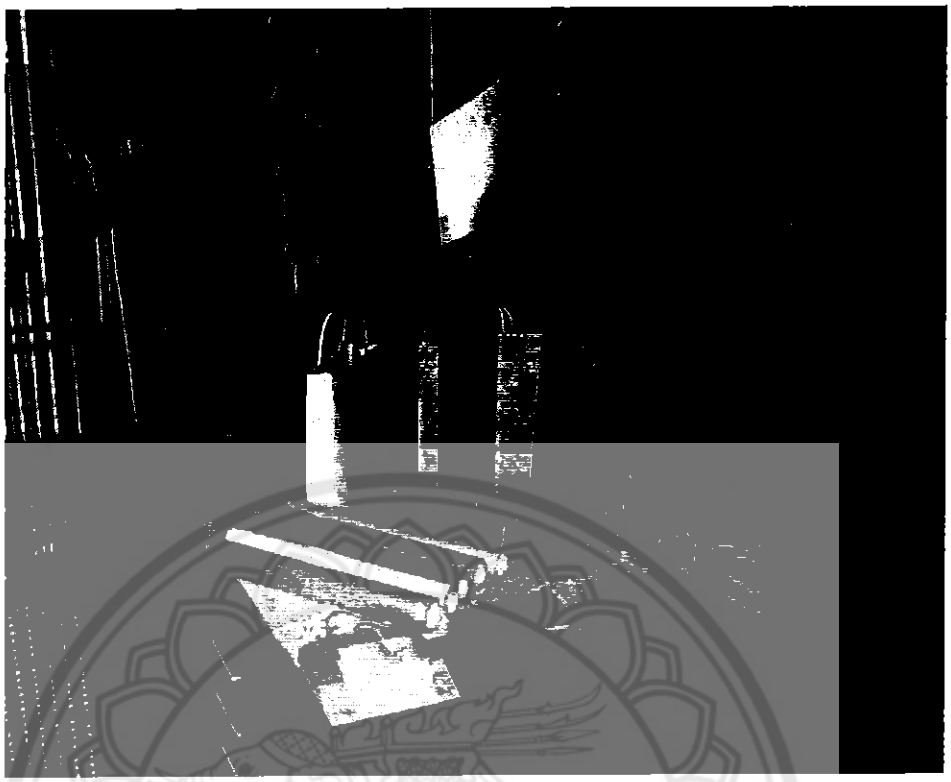
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

ผลิตภัณฑ์หลัก	กระดาษสา
กำลังการผลิตสูงสุด	320 ตันต่อปี
กำลังการผลิตจริง	300 ตันต่อปี
วัตถุดิบหลัก	ปอสา
วัตถุดิบรอง	สีย้อม

ตารางที่ 4.2 แสดงเวลาทำงานของพนักงาน

	จำนวนวันทำงาน (วัน/ปี)	จำนวนชั่วโมงทำงาน (ชั่วโมง/วัน)	จำนวนกะ (กะ/วัน)
ฝ่ายผลิต	300	8	3
ฝ่ายสำนักงาน	300	8	1

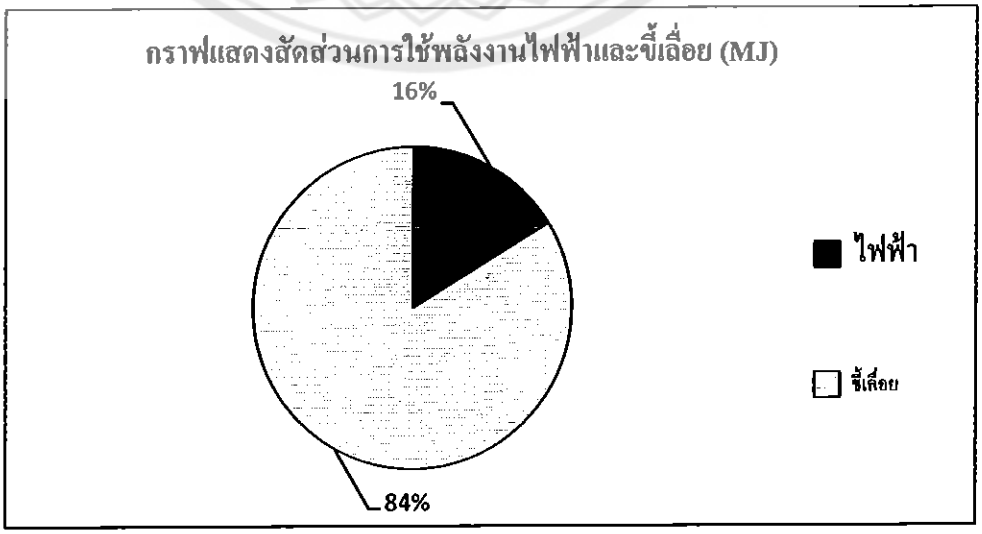
รูปที่ 4.2 วัตถุดิบหลัก (ปอสา)



รูปที่ 4.3 ผลิตภัณฑ์กระดาษสา

4.1.2.2 สัดส่วนการใช้พลังงาน

โรงงานผลิตกระดาษสาแห่งนี้จะใช้พลังงานหลักคือ ขี้เลื่อยและไฟฟ้า พลังงานขี้เลื่อยจะใช้สำหรับเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำของบอยเลอร์ เพื่อนำไอน้ำไปต้มปอสาตามแผนผัง Energy Layout (ภาคผนวก ก) และพลังงานไฟฟ้าจะนำไปป้อนให้เครื่องจักรต่างๆและใช้ในสำนักงาน พลังงานทั้งสองชนิดจะมีสัดส่วนดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงาน

4.1.2.3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงาน

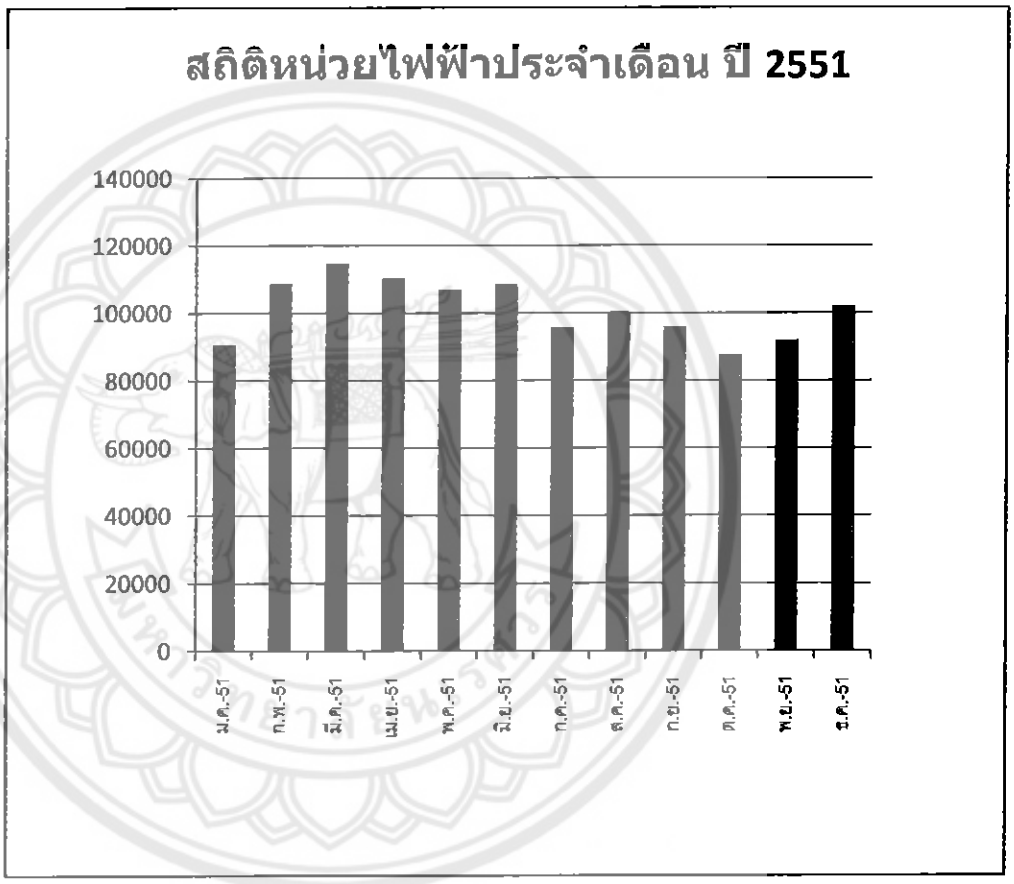
ก. จำนวนหม้อแปลง 4 ลูก

ข. พิกัดหม้อแปลง 250 (3EA) kVA แรงดัน 22 kV

ค. พิกัดหม้อแปลง 315 (1EA) kVA แรงดัน 22 kV

ง. ประเภทผู้ใช้ 3.1.2 อัตราปกติ ระดับแรงดันไฟฟ้า 22 kV

จ. หมายเลขมิเตอร์ 166160334



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงหน่วยไฟฟ้าประจำเดือนของปี พ.ศ. 2551

ตารางที่ 4.3 ประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าของปี พ.ศ. 2551

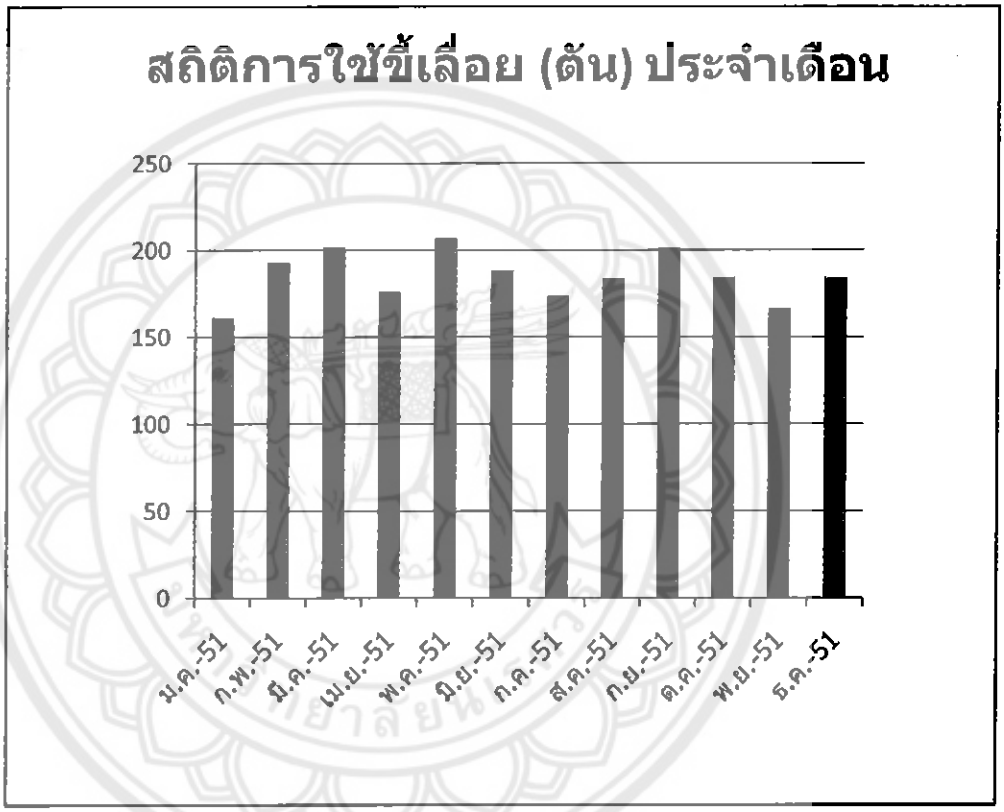
เดือน/ปี	ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด		พลังงานไฟฟ้า		รวมจำนวนเงิน (บาท)
	(kW)	(บาท)	On-peak (kWh)	รวม	
มกราคม 2551	357.58	59,235.22	90,554.14		310326.70
กุมภาพันธ์ 2551	379.28	63,443.40	108,677.02		359432.45
มีนาคม 2551	395.31	64,664.22	114,866		379811.29
เมษายน 2551	399.31	65,702.58	110,329		371219.54
พฤษภาคม 2551	358.43	58,236.77	107,000		347747.74
มิถุนายน 2551	458.86	77,997.83	108,486		370442.75
กรกฎาคม 2551	396.89	66,595.55	95,744		325084.65
สิงหาคม 2551	368.62	59,679.36	100,384		330265.29
กันยายน 2551	375.59	59,831.35	95,846		326749.72
ตุลาคม 2551	356.42	62,402.05	87,603.96		309551.70
พฤศจิกายน 2551	378.89	66,609.35	91,936.52		325593.07
ธันวาคม 2551	362.2	64,397.72	101,917.00		346760.06
รวม	4,587.38	76,8795.4	1,213,343.64		4,102,984.96
เฉลี่ย/เดือน	382.28	64,066.28	101,111.97		341,915.41

4.1.2.4 ข้อมูลการใช้พลังงานความร้อนจากขี้เลื่อย

ทางโรงงานผลิตกระดาษสาแห่งนี้มีเครื่องกำเนิดไอน้ำ เพื่อนำไอน้ำที่ได้ไปเข้ากระบวนการต่างๆ แสดงใน Energy Layout (ภาคผนวก ก) เครื่องกำเนิดไอน้ำของโรงงานใช้ขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำ

ก. มูลค่าขี้เลื่อยต่อตันเท่ากับ 1000 บาท

ข. ขี้เลื่อย 1 ตันจะให้พลังงานความร้อน 10,880 MJ



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละเดือนของปี พ.ศ. 2551

ตารางที่ 4.4 การใช้เชื้อเพลิงขี้เลื่อยปี พ.ศ. 2551

เดือน/ปี	ชนิดเชื้อเพลิง ขี้เลื่อย อุปกรณ์ที่ใช้ หม้อไอน้ำ		รวม (บาท)
	ปริมาณ (ton)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	
มกราคม 2551	161.3	209,690.00	209,690.00
กุมภาพันธ์ 2551	192.74	250,562.00	250,562.00
มีนาคม 2551	201.83	262,379.00	262,379.00
เมษายน 2551	176.09	228,914.40	228,914.40
พฤษภาคม 2551	207.01	300,164.50	300,164.50
มิถุนายน 2551	188.45	259,870.80	259,870.80
กรกฎาคม 2551	173.84	233,450.00	233,450.00
สิงหาคม 2551	183.66	266,304.10	266,304.10
กันยายน 2551	201.53	259,361.50	259,361.50
ตุลาคม 2551	184.46	269,105.50	269,105.50
พฤศจิกายน 2551	166.12	189,376.80	189,376.80
ธันวาคม 2551	184.15	209,935.24	209,935.24
รวม	2,221.18	2,939,113.84	2,939,113.84

4.1.2.5 ข้อมูลการใช้พลังงานรวมเมื่อคิดเป็นต่อหน่วยตันวัตถุดิบเข้า

เมื่อต้องการเปรียบเทียบการใช้พลังงานก่อนและหลังการดำเนินมาตรการนั้นต้องนำค่าพลังงานที่ใช้ ไปเทียบกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตดังที่กล่าวมาในบทที่ 3 ดังนั้นหลังจากเก็บข้อมูลวัตถุดิบและข้อมูลพลังงานในส่วนต่างๆแล้ว จึงนำข้อมูลที่สำรวจและบันทึกแล้วมาคำนวณเพื่อแปลงจากหน่วยของพลังงานที่ใช้ในโรงงานให้เป็นหน่วยของพลังความร้อน และหลังจากได้พลังงานความร้อนมาแล้ว จึงนำไปเทียบกับปริมาณวัตถุดิบปอสาที่ใช้ในแต่ละเดือน ซึ่งจะได้ข้อมูลต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลการใช้พลังงานทั้งหมด

เดือน/ปี	ผลผลิตต่อหน่วย (ตันวัตถุดิบ)	ปริมาณการใช้พลังงาน				ดัชนีการใช้พลังงาน			
		ไฟฟ้า		ชี้เลื่อย		ไฟฟ้า		ความร้อน	รวม
		kWh	MJ	ton	MJ	kWh/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย
มกราคม 2551	54.46	90,554.14	325,994.90	161.3	1,754,944.0	1,662.76	5,985.95	32,224.46	38,210.41
กุมภาพันธ์ 2551	65.08	108,677.02	391,237.27	192.74	2,097,011.2	1,669.90	6,011.64	32,222.05	38,233.69
มีนาคม 2551	68.15	114,866	413,517.60	201.83	2,195,910.4	1,685.49	6,067.76	32,221.72	38,289.48
เมษายน 2551	59.46	110,329	397,184.40	176.09	1,915,859.2	1,855.52	6,679.86	32,220.98	38,900.83
พฤษภาคม 2551	69.90	107,000	385,200.00	207.01	2,252,268.8	1,530.76	5,510.73	32,221.30	37,732.03
มิถุนายน 2551	63.63	108,486	390,549.60	188.45	2,050,336.0	1,704.95	6,137.82	32,222.79	38,360.61
กรกฎาคม 2551	58.70	95,744	344,678.40	173.84	1,891,379.2	1,631.07	5,871.86	32,221.11	38,092.97
สิงหาคม 2551	62.01	100,384	361,382.40	183.66	1,998,220.8	1,618.84	5,827.81	32,224.17	38,051.98
กันยายน 2551	68.05	95,846	345,045.60	201.53	2,192,646.4	1,408.46	5,070.47	32,221.11	37,291.58
ตุลาคม 2551	62.28	87,603.96	315,374.26	184.46	2,006,924.8	1,406.61	5,063.81	32,334.23	37,288.04
พฤศจิกายน 2551	56.09	91,936.52	330,971.47	166.12	1,807,385.6	1,639.09	5,900.72	32,222.96	38,123.68
ธันวาคม 2551	62.18	91,936.52	330,971.47	166.12	1,807,385.6	1,639.09	5,900.72	32,221.81	38,122.44

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลการใช้พลังงานทั้งหมด (ต่อ)

เดือน/ปี	ผลผลิตต่อหน่วย (ตันวัตถุดิบ)	ปริมาณการใช้พลังงาน				ดัชนีการใช้พลังงาน			
		ไฟฟ้า		ชี้เลื่อย		ไฟฟ้า		ความร้อน	รวม
		kWh	MJ	ton	MJ	kWh/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย
รวม	750.00	1,213,343.6	4,368,037.1	2,221.18	24,166,438	1,617.79	5,824.05	32,221.92	38,045.97
สูงสุด	69.90	101,111.97	364,003.09	207.01	2,252,268.8	1,446.52	5,207.48	32,221.30	37,428.78
ต่ำสุด	54.46	95,744	325,994.90	161.3	1,754,944.0	1,758.06	5,985.95	32,224.46	38,210.41
เฉลี่ย/เดือน	62.5	108,677.02	391,237.27	185.09	2,013,779.2	1,738.83	6,259.80	32,220.47	38,480.26

หมายเหตุ เนื่องจากข้อมูลผลผลิตต่อตันเป็นรายเดือนทางโรงงานไม่ได้รวบรวมเก็บไว้ และผลิตภัณฑ์มีหลากหลายมาก ทางโรงงานแจ้งว่าจะไม่ใช้ค่านี้เป็นดัชนีชี้วัดพลังงาน แต่จะใช้การลดค่าใช้จ่ายแต่ละมาตรการรวมกันต้องลดให้ได้ร้อยละ 5 ต่อตันวัตถุดิบจากเดิมแทน

4.1.2.6 ข้อมูลขั้นตอนการผลิตและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

หลังจากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลของโรงงานผลิตกระดาษสาในส่วนต่างๆแล้ว ในหัวข้อนี้จะแสดงลำดับและขั้นตอนกระบวนการผลิตของโรงงานดังแสดงในรูปที่ 4.7 ส่วนรายละเอียดและรูปภาพทั้งหมดจะแสดงในภาคผนวก ค

ก. แผนผังแสดงขั้นตอนการผลิต

รูปที่ 4.7 ขั้นตอนกระบวนการผลิตกระดาษสา

ข. ข้อมูลของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานจะประกอบไปด้วย

ข.1 อุปกรณ์ในสายการผลิต

ข.2 อุปกรณ์ในระบบสนับสนุน

รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.6 และ ตารางที่ 4.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 อุปกรณ์ในสายการผลิต

อุปกรณ์	ขนาด	หน่วย	จำนวน
หม้อไอน้ำ	6	ตัน /ชั่วโมง	1
ปั๊มน้ำเข้าหม้อน้ำ	7.5	แรงม้า	1
พัดลมดูดหลัง	7.5	แรงม้า	1
พัดลมอัดหน้า	20	แรงม้า	1
พัดลมส่งขี้เลื่อย	5	แรงม้า	1
ชุดดึงขี้เลื่อย	3	แรงม้า	1
พัดลมหวนกลับ	7.5	แรงม้า	1
ตัวดักเขม่าและปล่อยขี้เถ้า	1	แรงม้า	2
ปั๊มแม่น้ำ 1&2	20	แรงม้า	2
ปั๊มสารส้มและปั๊มปูนขาว	2	แรงม้า	2
ปั๊มส่งขึ้นแท้ง 1&2&3&4	10	แรงม้า	4
ปั๊มส่งน้ำใช้งาน A,B,C,D	10	แรงม้า	4
ปั๊มส่งน้ำเสียออก A,B	10	แรงม้า	2
ปั๊มส่งน้ำเสียออก C	7.5	แรงม้า	1
ปั๊มส่งน้ำเสียออก D	25	แรงม้า	1
ปั๊มส่งน้ำเสียให้เกษตรกร	5	แรงม้า	1

ตารางที่ 4.7 อุปกรณ์ในระบบสนับสนุน

อุปกรณ์	ขนาด	จำนวน	หน่วย
ปั๊มลม	10 แรงม้า	8	เครื่อง
เครื่องปรับอากาศแยกส่วน	2.6 ตัน	10	เครื่อง

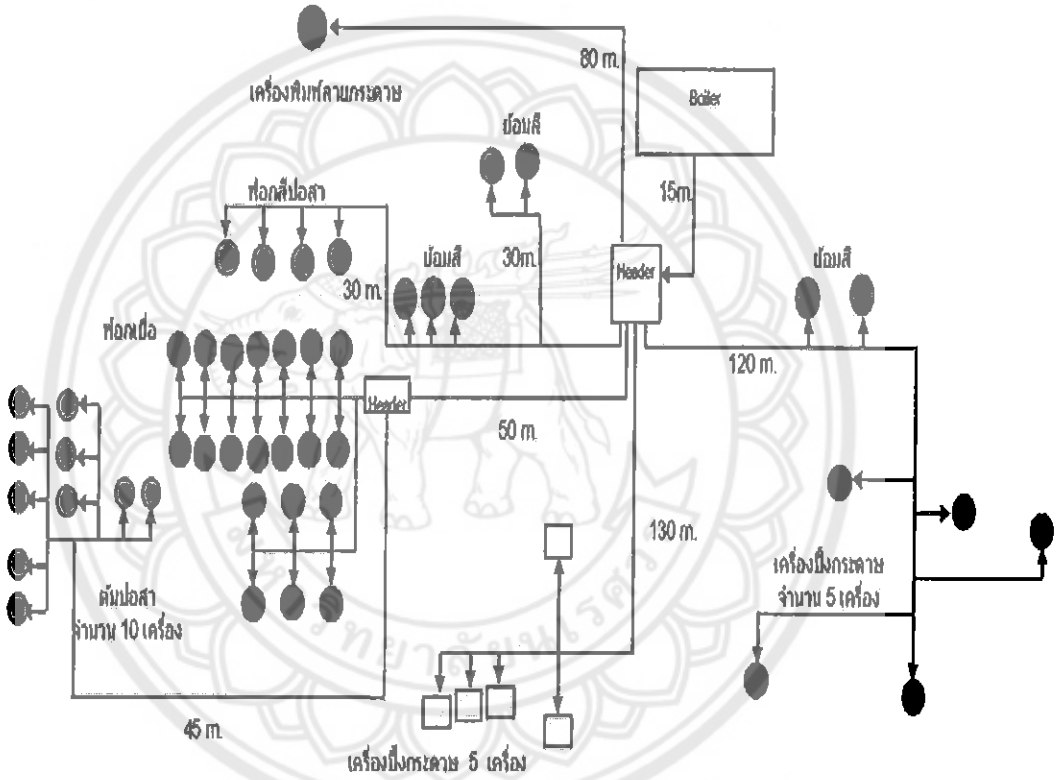
จากข้อมูลในตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7 จะแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆทั้งในสายการผลิตและในระบบสนับสนุน เพื่อใช้ในการประกอบการวิเคราะห์ปัญหาในการใช้พลังงานในขั้นตอนต่างๆ

4.2 จัดทำ Energy Layout และ Energy Chart

สำหรับในขั้นตอนนี้จะกล่าวถึงขั้นตอน วิธีทำ ประโยชน์ และรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับ Energy Layout และ Energy Chart หลังจากที่นำไปบันทึกข้อมูลต่างๆเรียบร้อยแล้ว

4.2.1 จัดทำ Energy Layout

ในการสำรวจและเก็บข้อมูลต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น จะสามารถนำข้อมูลของระบบไอน้ำมาบันทึกเป็น Energy Layout ได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดง Energy Layout ของระบบไอน้ำ

จากรูปแสดง Energy Layout ของระบบไอน้ำ จะแสดงให้เห็นถึงข้อมูลต่างๆคือ แหล่งกำเนิดไอน้ำหรือบอยเลอร์ ซึ่งใช้ขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำ ทิศทางและระยะที่ไอน้ำเดินทางจากแหล่งกำเนิดจนถึงกระบวนการที่นำไอน้ำไปใช้ดังรูปข้างบน

4.2.2 จัดทำ Energy Chart

หลังจากนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมารวบรวมและบันทึกลงใน Energy Layout แล้ว จากนั้นจึงนำ Energy Chart ซึ่งเป็นเครื่องมือในการบันทึกข้อมูลของกระบวนการผลิตและขั้นตอนการใช้พลังงาน เพื่อนำไปวิเคราะห์ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 และ Energy Chart ที่ได้นำไปบันทึกข้อมูลของทุกขั้นตอนนั้น รายละเอียดทั้งหมดจะแสดงในภาคผนวก ข

4.2.2.1 ตัวอย่าง Energy Chart ขั้นตอนการฟอกเยื่อ แสดงข้อมูลการใช้พลังงานในกระบวนการที่นำมาซึ่งการออกมาตรการ

ตารางที่ 4.8 Energy Chart ขั้นตอนการฟอกเยื่อ

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1. ฟอกเยื่อ (จำนวน 20 บ่อ)	หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัดความดัน 0-5 bar	ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการที่ 3.4 bar	ใช้พลังงานไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิสารเคมีในการย้อมสี 65-80องศาเซลเซียส ใช้ระบบการต้มโดยตรง ใช้เวลา 2 ชั่วโมง	อุณหภูมิน้ำร้อนทิ้ง 60-75 องศาเซลเซียส จำนวน 4,000 ลิตร/ชุด/บ่อ	อุณหภูมิเครื่องจักร 60-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิชิ้นงาน 50 องศาเซลเซียส
	ปั้มลม7.5 HP 1 เครื่อง ผลิตลม อัดความดัน 6-8 bar	ความดันลมเข้ากระบวนการที่ 5 bar	ใช้พลังงานลมเป่าน้ำเยื่อให้เกิดการหมุนเวียน ใช้เวลา 30นาที	-	-

4.2.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลจาก Energy Chart

การวิเคราะห์ข้อมูลจาก Energy Chart นั้นจะทำเป็นขั้นตอนต่อไปจากการนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงใน Energy Chart เรียบร้อยแล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จากตารางที่ 4.8 จะสังเกตเห็นข้อมูลใน 2 คอลัมน์ท้าย คือ

ก. Residual Energy Potential จะแสดงข้อมูลของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้แล้วเหลือทิ้งจากกระบวนการฟอกเยื่อคือ 60 องศาเซลเซียส ถึง 70 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าสูงเกินไปที่จะทิ้ง เพราะระบบคอนเดนเสทของน้ำทิ้ง ควรจะมีอุณหภูมิน้ำอยู่ที่ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส เพราะฉะนั้นจากจุดนี้จะแสดงให้เห็นถึงปัญหาจากการสูญเสียพลังงานความร้อนจะน้ำ

ซึ่งถ้ามีการนำน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ถึง 70 องศาเซลเซียส ไปใช้ประโยชน์ก่อนทิ้ง โดยการนำน้ำไปผ่านกระบวนการ Heat Exchanger เพื่อความร้อนจากน้ำไปใช้ประโยชน์ได้ก็จะสามารถลดการใช้พลังงานได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าทางโรงงานจะดำเนินการอย่างไร และจากที่ได้กล่าวมานั้น จะนำมาซึ่งการออกมาตรการอนุรักษ์พลังงานได้

ข. Machine and Product Energy Potential จะแสดงข้อมูลอุณหภูมิของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการคือ 60 องศาเซลเซียส ถึง 70 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของชิ้นงาน คือ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่พบปัญหาแต่อย่างไร

ค. จากการวิเคราะห์ข้อมูลจาก Energy Chart ของขั้นตอนการฟอกเยื่อดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว จึงนำปัญหาที่พบไปศึกษาว่ามีวิธีการหรืออุปกรณ์อื่นหรือไม่ ที่สามารถนำมาแก้ปัญหาได้ ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานในส่วนนี้ได้ จากขั้นตอนนี้จึงเป็นที่มาของมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ 4 คือการนำน้ำทิ้งจากการล้างเยื่อปอกลับมาใช้ใหม่

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจาก Energy Chart ในทุกขั้นตอนแล้ว จะสามารถสรุปเป็นมาตรการอนุรักษ์พลังงานและระเบียบปฏิบัติต่างๆ จากนั้นนำมาตรการและระเบียบปฏิบัติที่ได้สรุปแล้วนั้น นำข้อมูลของมาตรการและระเบียบปฏิบัติไปเสนอต่อผู้บริหารของโรงงาน เพื่อให้ผู้บริหารของโรงงานตัดสินใจเลือกใช้มาตรการและระเบียบปฏิบัติดังแสดงในตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 มาตรการอนุรักษ์พลังงานก่อนและหลังเสนอผู้บริหาร

มาตรการที่เสนอแนะ	มาตรการที่บังคับใช้จริง
1. การปรับปรุงการใช้ปั๊มลม 2. ปรับปรุงรอยรั่วของท่อส่งลม 3. ปรับปรุงลักษณะของปลายท่อส่งไอน้ำ 4. เปลี่ยนบัลลาสต์ 5. ปลดหม้อแปลงไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออก 6. ล้างเครื่องปรับอากาศ 7. นำน้ำร้อนทิ้งจากกระบวนการกลับมาใช้ใหม่ (คอนเดนเสท)	1. ปลดหม้อแปลงลูกที่ 1 ออก 2. แก้ไขลมในระบบปั๊มลมที่รั่ว 3. ล้าง Coil เย็นและ Coil ร้อน ของเครื่องปรับอากาศ 4. นำน้ำทิ้งจากการต้มปอกลับมาใช้ใหม่

ตารางที่ 4.10 ระเบียบปฏิบัติที่ใช้เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ระเบียบปฏิบัติที่ใช้เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
1. ระเบียบปฏิบัติการใช้งานมอเตอร์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
2. ระเบียบปฏิบัติการใช้งานปั๊มลมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
3. ระเบียบปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานทั่วไป

จากตารางจะเห็นว่าหลังจากนำมาตรการที่ได้จากการวิเคราะห์ Energy Chart ไปเสนอต่อผู้บริหารโรงงานแล้ว ทางผู้บริหารเห็นว่าบางมาตรการที่เสนอไปนั้นอาจจะไม่เหมาะกับสภาพของโรงงานหรือไม่คุ้มกับการลงทุนของโรงงาน จึงเลือกที่จะใช้มาตรการต่างๆ ดังแสดงในตาราง นอกจากการดำเนินการบังคับใช้มาตรการต่างๆข้างต้นแล้ว ยังต้องมีระเบียบปฏิบัติต่างๆเพื่อช่วยในการลดการใช้พลังงานให้เป็นไปตามเกณฑ์ชี้วัด (Outcome) คือหลังจากดำเนินมาตรการไปแล้วนั้น ต้องมีการใช้พลังงานลดลงร้อยละ 5 ของการใช้พลังงานก่อนการดำเนินมาตรการ เมื่อเทียบกับวัตถุดิบเข้ากระบวนการในแต่ละเดือน ซึ่งเดือนที่บังคับใช้มาตรการนั้น คือ ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2552 รายละเอียดต่างๆของมาตรการและระเบียบปฏิบัติจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

4.3 มาตรการและระเบียบปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

หลังจากการเสนอแนะมาตรการต่อผู้บริหารโรงงาน ดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว จึงให้ผู้บริหารโรงงานตัดสินใจว่าจะบังคับใช้มาตรการใดจึงเหมาะสมกับการลงทุน จากนั้นจึงสั่งการให้ผู้จัดการอาวุโส มาสั่งการให้ฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องดำเนินการเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานตามนโยบายที่ตั้งไว้ ส่วนตัวเลขต่างๆที่ได้จากมาตรการเป็นตัวเลขจากการคำนวณเพื่อเสนอผู้บริหารตัดสินใจ เพราะในแต่ละมาตรการจะประกอบไปด้วยตัวเลขแสดงรายละเอียดต่างๆ เงินลงทุนและจุดคุ้มทุน มาตรการต่างๆ มีดังนี้

4.3.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ 1 การปลดหม้อแปลงไฟฟ้าออก 1 ลูก

รูปที่ 4.9 หม้อแปลงไฟฟ้าของโรงงาน

ที่มา : มาจาก Energy Chart (ภาคผนวก ข) วิเคราะห์แล้วผ่านจึงนำมาออกเป็นมาตรการ

จากรูปจะเห็นว่ามีหม้อแปลง 2 ลูก ซึ่งตามมาตรการประหยัดพลังงานที่ได้ออกไปนั้น การยุบหม้อแปลงไฟฟ้าจาก 2 ลูก มาใช้เพียงลูกเดียวจะช่วยลดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าได้ สามารถลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าได้ 30,240 หน่วยต่อปีหรือ 108,864 MJ/ปีและเมื่อคิดเป็นจำนวนเงินแล้วสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 105,840 บาท ต่อปี ใช้เงินลงทุน 17,000 บาท ระยะเวลาคืนทุน 0.16 ปี หรือ 58 วัน

การคำนวณ

ภาระไฟฟ้าของหม้อแปลงแต่ละลูกเป็นดังนี้

หม้อแปลงลูกที่ 1

แรงดัน	=	388.9	V.
กระแส	=	144	A
กำลังไฟฟ้า	=	28.9	kW
พิกัดภาระไฟฟ้า	=	97.4	kVA
Power Factor	=	0.297	
Load Factor	=	(97.4 / 250) x 100	%
	=	38.96	%

หม้อแปลงลูกที่ 2

แรงดัน	=	394	kV.
กระแส	=	72	A
กำลังไฟฟ้า	=	38.8	kW
พิกัดภาระไฟฟ้า	=	49.11	kVA
Power Factor	=	0.80	
Load Factor	=	(49.11 / 250) x 100	%
	=	19.64	%

ถ้ารวม Load ของหม้อแปลงทั้ง 2 ลูกแล้ว เป็นดังนี้

Load รวม	=	28.9 + 38.8	kW
	=	67.7	kW
Power Factor	=	0.80	
ดังนั้น พิกัดภาระไฟฟ้าใหม่	=	67.7 / 0.80	kVA
	=	84.625	kVA
Load Factor ใหม่	=	(84.625 / 250) x100	%
	=	33.85	%

ผลการประหยัดพลังงาน

คำนวณค่าพลังงานที่ประหยัดได้

หม้อแปลงลูกที่ 1

I (0.291)	=	P / (√3 V x PF*n)
ประสิทธิภาพของหม้อแปลง (n)	=	0.97
PF 1	=	0.291
V	=	388.9 V
P	=	28.9 kW
I (0.291)	=	28.9 / (√3 x 388.9 x 0.291 * 0.97)
	=	152 A
Copper loss 1	=	I (0.291) 2 x Z
	=	I (0.291) 2 x (√3 V2) / kVA พิกัด
	=	152.2 x (√3 x 3802) / 250000
	=	23,113 W
Copper loss 1 สุทธิ	=	Copper loss * [kVAload / kVA rated]2
	=	23,113 * [(28.9/.297) / 250]2
	=	3490 W
ใช้งานหม้อแปลง 20 ชั่วโมง (คิด 20 ชั่วโมง เนื่องจากload น้อย)	=	3490 x 20 / 1000 หน่วย
	=	69.8 หน่วย / วัน

หม้อแปลงลูกที่ 2

I (0.791)	=	P / (√3 V x PF *n)
ประสิทธิภาพของหม้อแปลง (n)	=	0.97
PF 2	=	0.791
V	=	394 V
P	=	38.8 kW
I (0.8)	=	38.8/ (√3 x 394 x 0.791 * 0.97) A
	=	74.1 A
Copper loss 2	=	I (0.8) 2 x Z

= I (0.8) 2 x ($\sqrt{3}$ V2) / kVA พิกัด

= 74.12 x ($\sqrt{3}$ x 3802) / 250000

= 5,493 W

Copper loss 1 สุทธิ = Copper loss * [kVAload / kVA rated] 2

= 5,493 * [(38.8/.791) / 250] 2

= 211.5 W

ใช้งานหม้อแปลง 20 ชั่วโมง = 211.5 x 20 / 1000 หน่วย

กำลังไฟฟ้าสูญเสีย = 4.23 หน่วย / วัน

นอกจากนี้ยังมี Core Loss ของหม้อแปลงลูกที่ 1 = 2,250 W

= 54 หน่วยต่อวัน

รวมกำลังไฟฟ้าสูญเสียก่อนปรับปรุง = Loss หม้อแปลงลูกที่ 1 + Loss ใน หม้อแปลงลูกที่ 2

= (69.8+54) + 4.23 หน่วย / วัน

= 128.03 หน่วย / วัน

เมื่อรวม Load หม้อแปลงไว้กับลูกที่ 2

I (0.8) = P / ($\sqrt{3}$ V x PF *n)

ประสิทธิภาพของหม้อแปลง (n) = 0.97

PF (0.8) = 0.8

V = 394 V

P = 28.9 + 38.8 = 67.7 kW

I (0.8) = 67.7 / ($\sqrt{3}$ x 394 x 0.8*0.97) A

= 127.84 A

Copper loss 1 = I (0.8) 2 x Z

= I (0.8) 2 x ($\sqrt{3}$ V2) / kVA

พิกัด = 127.84 x ($\sqrt{3}$ x 3802) / 250000

= 16,350 W

ใช้งานหม้อแปลง 20 ชั่วโมง = 16,350 x 20 / 1000 หน่วย

Copper loss 1 สุทธิ = Copper loss * [kVAload / kVArated] 2

= 16,350 x 20 x [(67.7/.8) / 250]2/1000

= 37.5 หน่วย / วัน

ดังนั้นสามารถลดพลังงานสูญเสียได้ = Loss ก่อนปรับปรุง Loss หลังปรับปรุง

= 128.3 37.5 หน่วยต่อวัน

= 90 หน่วยต่อวัน

1 เดือน ทำงาน 28 วัน = 90 x 28 = 2,520 หน่วยต่อเดือน

หรือ = 30,240 หน่วยต่อปี

คิดเป็นพลังงาน = 108,864 MJ/ ปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ = 3.50 บาท / หน่วย

ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 30,240 x 3.50

= 105,840 บาทต่อปี

ประเมินผลการลงทุน

ดำเนินการโดยใช้ผู้ปฏิบัติงานของบริษัทเป็นผู้ดำเนินการ ร่วมกับเจ้าหน้าที่ของ กฟภ.

เสียค่าบริการให้ กฟภ. = 2,000 บาท

ค่าสายไฟฟ้าเส้นละ 5 เมตร รวมหัวต่อ 3 ชุด = 15,000 บาท

รวมค่าลงทุน = 17,000 บาท

คำนวณระยะเวลาคืนทุน

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน / ค่าพลังงานที่ประหยัดได้

= 17,000 บาท / 105,840 ต่อปี

= 0.16 ปี

หรือประมาณ = 58 วัน

4.3.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ 2 การแก้ไขลมในระบบปั๊มลมรั่ว

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างปั๊มลมที่เกิดปัญหาลมรั่ว

ที่มา : มาจาก Energy Chart (ภาคผนวก ข) วิเคราะห์แล้วผ่านจึงนำมาออกเป็นมาตรการ

แนวคิดในการออกมาตรการ คือ เมื่อเกิดการรั่วของลมที่บ่อยออกมาจากแหล่งกำเนิด (ปั๊มลม) จะทำให้ระดับความดันภายในลดลงจากปกติและเมื่อต้องการใช้ลมในระดับปกติแล้ว นั่นหมายความว่าการผลิตลมต้องใช้กำลังมากขึ้น ส่งผลไปถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ป้อนเข้าเครื่องเช่นกัน ดังนั้น การอุดรอยรั่วของท่อส่งลมหรือจุดต่างๆที่เกิดปัญหา จึงสามารถช่วยลดค่าไฟฟ้าสูญเปล่าได้เป็นจำนวนดังนี้ สามารถลดพลังงานสูญเสียได้ 2,882.54 หน่วยต่อปีหรือ 10,377.14 MJ/ปี ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 10,088.89 บาท ต่อปี ใช้เงินลงทุน 1,400 บาทเพื่อแก้ไข ระยะเวลาคืนทุน 0.139 ปี หรือ 50 วัน

การคำนวณ

การคำนวณ พลังงานที่สามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้

แรงม้ารวมของมอเตอร์	=	23 แรงม้า โดยคิดว่าทำงานเพียง 50%
ชั่วโมงการทำงาน	=	1 ชั่วโมง ต่อวัน
เวลาทำงานต่อเดือน	=	28 วัน
คิดเป็นพลังงานที่ลดได้ต่อวัน	=	(23 x 0.5 x 1 x 746) /1000 หน่วย
	=	8.579 หน่วย ต่อวัน
	=	8.579 x 28 หน่วย ต่อเดือน

	=	240.21 หน่วยต่อเดือน
	=	240.21 x 12 หน่วยต่อปี
	=	2,882.54 หน่วยต่อปี
ค่าไฟฟ้าหน่วยละ	=	3.50 บาท
ดังนั้นสามารถประหยัดได้ประมาณ	=	3.50 x 2,882.54 บาท/ปี
	=	10,088.89 บาท/ปี
คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี	=	2,882.54 หน่วย x 3.6 MJ/หน่วย
	=	10,377.14 MJ / ปี

ประเมินผลการลงทุน

ค่าซ่อมอุปกรณ์ท่อลมรั่วเป็นค่าเทป	=	500 บาท
เปลี่ยนวาวล์ลม 3 อัน ๆ ละ300 บาท	=	900 บาท
รวมค่าลงทุน	=	1,400 บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	เงินลงทุน / พลังงานที่ประหยัดได้
	=	1,400 / 10,088.89 ปี
	=	0.139 ปี

ปั๊มลมของโรงงาน มีใช้ทั้งสิ้น 12 ชุด จากการทดลองอัดลมทิ้งไว้ 8 ชั่วโมง พบลมรั่วมากที่ปั๊มลมเครื่องที่ 2,3,7,9 และ 10 จำนวน 5 ชุด คิดเป็นแรงม้าของมอเตอร์ 23 แรงม้า คิดเป็นกำลังงานที่ใช้เพียงร้อยละ 50 ของการทำงานเพื่อให้ปั๊มลมในระบบทำงานให้เท่าเดิมเป็นเวลาเฉลี่ยชุดละ 1 ชั่วโมงต่อวัน ดังนั้นหากซ่อมแซมระบบลมไม่ให้รั่วไหลได้จะสามารถประหยัดค่าพลังงานได้ตามข้อมูลข้างต้น

4.3.3 มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ 3 ล้างเครื่องปรับอากาศภายในสำนักงาน จำนวน 4 ชุด

รูปที่ 4.11 Coil ร้อนของเครื่องปรับอากาศ

ที่มา : มาจาก Energy Chart (ภาคผนวก ข) วิเคราะห์แล้วผ่านจึงนำมาออกเป็นมาตรการ

แนวคิดในการออกมาตรการล้างเครื่องปรับอากาศ หรือ การล้าง Coil เย็น และ Coil ร้อนของเครื่องปรับอากาศจะช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้พอสมควร เพราะถ้าไม่ล้าง Coil เย็นและร้อนนานๆ หรือ ใช้งานไปนานโดยไม่มีการบำรุงรักษาในจุดนี้อาจทำให้มีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปเกาะในเครื่องซึ่งจะทำให้เครื่องทำงานหนักกว่าปกติ เช่น ถ้าตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส เมื่อมีฝุ่นเกาะหนาแน่น จะทำให้เครื่องต้องทำงานมากกว่าความเป็นจริงอาจจะต้องสร้างความเย็นถ้าต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส จึงจะได้ความเย็นตามต้องการ เพราะฉะนั้นจึงมีการออกมาตรการประหยัดพลังงานในส่วนนี้ ซึ่ง เครื่องปรับอากาศในสำนักงานมีจำนวน 4 ชุด จะคิดเป็นค่าการประหยัดได้ดังนี้ สามารถลดพลังงานสูญเสียได้ 4,248 หน่วยต่อปีหรือ 15,293 MJ/ปี และประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 14,868 บาท ต่อปี ใช้เงินลงทุนลงทุน 2,000 บาท ระยะเวลาคืนทุน 0.13 ปี หรือ 35 วัน

มาตรการล้าง Coil เย็น และ Coil ร้อนเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน

การคำนวณ พลังงานที่สามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ยประมาณ 0.07x6050 w/ ชุด

= 425 w / ชุด

ชั่วโมงการทำงาน = 8 ชั่วโมง ต่อวัน

เวลาทำงานต่อเดือน = 26วัน

คิดเป็นพลังงานที่ลดได้ต่อวัน = (425 x 8 x 4) /1000 หน่วย

= 13.6 หน่วย ต่อวัน

= 13.8 x 26 = 354 หน่วยต่อเดือน

= 354 x 12 = 4,248 หน่วยต่อปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ = 3.50 บาท

ดังนั้นสามารถประหยัดได้ = 3.50 x 4,248 = 14,868 บาท/ปี

คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี = 4,248 หน่วย x 3.6 MJ/หน่วย

= 15,293 MJ/ ปี

ประเมินผลการลงทุน

ค่าจ้างล้างแอร์ เครื่องละ 500 บาท = 500 x 4 บาท

= 2,000 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน / ค่าพลังงานที่ประหยัดได้

= 2,000 / 14,868ปี

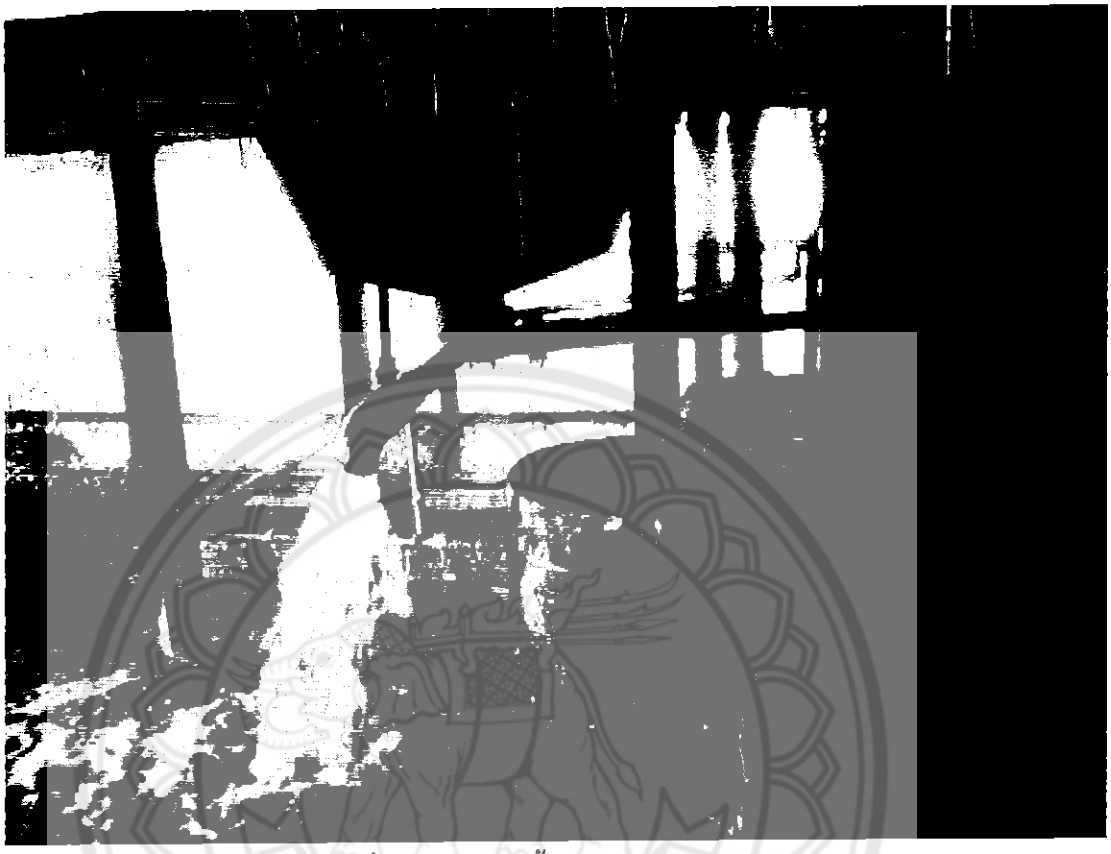
= 0.13 ปี

= 1เดือน 5วัน

เครื่องปรับอากาศที่ใช้งานอยู่ 4 ชุด ขนาด 63000 BTU จำนวน 4 ชุด จากการวัดกระแสต่อชุดได้ 10.3 A ใช้พลังงาน 6.05 kW ตัวประกอบกำลัง 0.923 การใช้งานโดยปกติเปิดเครื่องปรับอากาศทำงานวันละ 8 ชั่วโมง จากการตรวจสอบสภาพ Coil เย็นและ Coil ร้อนของเครื่องปรับอากาศพบว่ามีฝุ่นไปเกาะติดครีบ ซึ่งเป็นอุปสรรคทำให้การส่งผ่านความเย็นและระบายความร้อนไม่ดี ทำให้เครื่องปรับอากาศกินพลังงานไฟฟ้ามากกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งหากล้างทำความสะอาดจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงประมาณร้อยละ 4 ถึง ร้อยละ 7

(ข้อมูลอ้างอิงจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน)

4.3.4 มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ 4 การนำน้ำทิ้งจากการล้างเยื่อปอกลับมาใช้ใหม่



รูปที่ 4.12 การนำน้ำต้มปอกลับมาใช้ใหม่

ที่มา : มาจาก Energy Chart (ภาคผนวก ข) วิเคราะห์แล้วผ่านจึงนำมาออกเป็นมาตรการ

แนวคิดในการออกมาตรการ เนื่องจากสังเกตเห็นว่า เมื่อทางโรงงานใช้ไอน้ำจากหม้อต้มไอน้ำมาต้มปอสาในกระบวนการผลิตกระดาษสานั้นเมื่อต้มเสร็จแล้วจะทิ้ง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่า ควรจะนำกลับมาใช้ได้ใหม่ ด้วยอุณหภูมิของน้ำและถ้านำน้ำไปทิ้งจะต้องมีการบำบัดน้ำเสีย จึงต้องสูญเสียเงินทุนหรือทำให้ต้นทุนสูงขึ้นอีก จากแนวคิดอันนี้จะสามารถประหยัดเงินทุนได้และสามารถลดพลังงานสูญเสียได้ 7,877,120 MJ/ปี ประหยัดค่าขี้เลื่อยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำได้เฉลี่ยแล้ว 724,356 บาทต่อปี และใช้เงินลงทุน 80,000 บาท ระยะเวลาคืนทุน 0.11 ปี หรือ 40 วัน

ผลการประหยัดพลังงาน
มาตรการนำน้ำล้างเยื่อกลับมาใช้ใหม่

อุณหภูมิน้ำเข้ากระบวนการฟอก	=	27	^{0}C
อุณหภูมิน้ำล้างไขที่ทิ้งในปัจจุบัน	=	68	^{0}C
อุณหภูมิแตกต่าง	=	41	^{0}C

ปริมาณน้ำล้างไขต่อเดือน (ลบ.ม.)	=	2,870	cu.m / month
ปริมาณน้ำล้างไขต่อเดือน (กก.)	=	2,870,000	kg/month
ความร้อนที่สูญเสียไป	=	492,567	MJ/month
ค่าความร้อนของขี้เลื่อย	=	10.88	MJ/kg
ประสิทธิภาพของบอยเลอร์รวม	=	ร้อยละ 75	

ปริมาณขี้เลื่อยเทียบเท่าสำหรับความร้อนสูญเสีย (กก.) = 60,363 กก./เดือน

ปริมาณขี้เลื่อยเทียบเท่าสำหรับความร้อนสูญเสีย (ตัน) = 60.36 ตัน/เดือน

= 724 ตันต่อปี

คิดเป็นความร้อน = 724 x 1000 x 10.88 MJ/ปี

= 7,877,120 MJ/ปี

มูลค่าขี้เลื่อยต่อตัน = 1,000 บาท/ตัน

มูลค่าความร้อนสูญเสียคิดเป็นมูลค่าขี้เลื่อย (ศักยภาพที่สามารถประหยัดได้ขั้นต่ำต่อเดือน)

= 60,363 บาท/เดือน

ปีขั้นต่ำ = 724,356 บาท/ปี

ประเมินผลการลงทุน

ค่าท่อขนาด 4 นิ้ว	=	20,000 บาท
วาวล์ท่อ 2 อัน ๆ ละ 10,000 บาท	=	20,000 บาท
ค่าถังเก็บน้ำร้อน	=	10,000 บาท
ค่าดำเนินการ	=	30,000 บาท
รวมค่าลงทุน	=	80,000 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน/พลังงานที่ประหยัด

= 80,000 / 724,356 ปี

= 0.11 ปี

หรือ = 40 วัน

4.3.5 ผลการดำเนินการของระเบียบปฏิบัติการใช้งานมอเตอร์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางที่ 4.11 ระเบียบปฏิบัติของมอเตอร์

ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ	ตรวจสอบครั้งที่		
		1	2	3
1. ใช้แปรงทำความสะอาดมอเตอร์ทุกตัวสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทุกแผนก	หัวหน้าแผนกทุกแผนก	S	S	S
2. ป้องกันเศษฝุ่นหรือเศษปอสามาติดบริเวณมอเตอร์โดยการนำฝาครอบมอเตอร์มาติดตั้ง	หัวหน้าแผนกทุกแผนก	S	S	S
3. ตรวจสอบมอเตอร์ทุกสัปดาห์โดยการใช้หลังมือสัมผัสบริเวณครีบมอเตอร์ถ้าความร้อนเกินกว่าหลังมือสัมผัสได้ (เกิน 50 องศาเซลเซียส) ให้แจ้งซ่อมด่วน	หัวหน้าแผนกทุกแผนก	S	S	S
4. ตรวจสอบมอเตอร์ทุกตัวทุกสัปดาห์ว่ามีฝาครอบระบายอากาศอยู่ครบ	หัวหน้าแผนกทุกแผนก	S	S	S

หมายเหตุ S หมายถึง ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ

F หมายถึง ไม่ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ

4.3.6 ผลการดำเนินการของระเบียบปฏิบัติการใช้งานปั๊มลมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ระเบียบปฏิบัติของปั๊มลมคือการใช้ปั๊มลมอย่างคุ้มค่าที่สุดเช่น การเปิดวาวล์เท่าที่จำเป็นและปิดเครื่องเมื่อมีลมอยู่ในเครื่องอยู่แล้วหรือหลังจากปั๊มลมเข้าถังเรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 4.12 ระเบียบปฏิบัติของปั๊มลม

ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ	ตรวจสอบครั้งที่		
		1	2	3
1. ใช้แปรงทำความสะอาดครีบระบายอากาศปั๊มลูกสูบลมทุกสัปดาห์	พนักงานผู้ได้รับมอบหมาย	S	S	S
2. ตรวจ นับ สกรู สลักเกลียวที่ขันต่อ ยึดฐาน และแท่นทุกจุดให้ เรียบร้อย เดือนละ1ครั้ง	พนักงานผู้ได้รับมอบหมาย	S	S	S
3. เช็คความตึงของสายพานส่งกำลัง ออกแรง 2 ปอนด์ กดกลางสายพานทีละเส้น หากสายพานยืดตัวจนต่ำลงไปจากเดิม (วัดเทียบกับเส้นที่ไม่ถูกกด) มีระยะเท่ากับความหนาของสายพานถือว่า ความตึงนั้นถูกต้อง	พนักงานผู้ได้รับมอบหมาย	S	S	S
4. ตรวจสภาพหม้อกรองอากาศ ผ้ากรอง	พนักงานผู้ได้รับมอบหมาย	S	S	S
5. ปิดวาล์วใหญ่ที่ปั๊มลมทุกวันหลังเลิกงาน	พนักงานผู้ได้รับมอบหมาย	S	S	S
6. เช็คไส้กรองน้ำมันเครื่องเดือนละครั้ง และเปลี่ยนใหม่ทุก 6 เดือน	พนักงานผู้ได้รับมอบหมาย	S	S	S
7. ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่องให้อยู่ในระดับที่กำหนดเดือนละครั้ง ทั้งนี้เพื่อป้องกันอากาศรั่วเข้าสู่ระบบหล่อลื่นได้	พนักงานผู้ได้รับมอบหมาย	S	S	S
8. ฟังเสียงผิดปกติของปั๊มลมเวลาทำงาน โดยให้ตรวจสอบทุกวัน	พนักงานผู้ได้รับมอบหมาย	S	S	S

หมายเหตุ S หมายถึง ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ

F หมายถึง ไม่ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ

4.3.7 ผลการดำเนินการของระเบียบปฏิบัติทั่วไปเพื่อช่วยในการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางที่ 4.13 ระเบียบปฏิบัติทั่วไป

ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ	ตรวจสอบครั้งที่		
		1	2	3
1. ให้ช่างมาทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศทุกเครื่องทุก 6 เดือน	คุณเจริญ	S	S	S
2. ให้ปิดจอภาพคอมพิวเตอร์ เมื่อจะไม่ใช้งานใน 1 ชั่วโมง	พนักงานผู้เกี่ยวข้อง	S	S	S
3. กรณีไฟฟ้าดับให้พนักงานที่รับผิดชอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดปิดสวิทช์การทำงานทั้งหมดทันทีและทยอยเปิดเมื่อไฟฟ้ามา	พนักงานทุกแผนก	S	S	S
4. เปิดเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส	พนังงานที่สำนักงาน	S	S	S
5. เปลี่ยนการเปิดไฟนีออนในสำนักงานจากสวิทช์เดียวเปิดหมดทุกดวงเป็นแยกสวิทช์เปิดเฉพาะที่จำเป็นต้องใช้งาน	ทุกคน	S	S	S

หมายเหตุ S หมายถึง ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ
F หมายถึง ไม่ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ

จากการดำเนินการบังคับใช้มาตรการและระเบียบปฏิบัติต่างๆ ที่ได้แนะนำไปเพื่อให้ทางโรงงานได้ปฏิบัติตามนั้นสรุปว่าได้ผลการปฏิบัติอยู่ในเกณฑ์ดี เพราะฉะนั้น จะสรุปผลการปฏิบัติงานได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ดังที่จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

4.4 ติดตามและควบคุมการใช้มาตรการ

หลังจากการออกมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ระเบียบปฏิบัติและบังคับใช้มาตรการต่างๆ นั้น ผู้จัดทำได้สรุปผลการดำเนินการของขั้นตอนต่างๆ ได้ดังตารางต่อไปนี้

4.4.1 การประเมินผลการปฏิบัติงานด้านพลังงานของโรงงาน

หลังจากผู้บริหารรับทราบข้อเสนอแนะมาตรการอนุรักษ์พลังงานและตัดสินใจเลือกใช้มาตรการแล้ว จึงได้สั่งการให้ผู้จัดการทั่วไปของโรงงานเป็นผู้กำหนดนโยบายและแต่งตั้งทีมงาน เพื่อรับผิดชอบด้านต่างๆ ดังตาราง คือ หัวหน้าแผนกเครื่องกลจะดูแลการกำหนดผู้รับผิดชอบเปิดและปิดอุปกรณ์ต่างๆ ในสายการผลิต หัวหน้าแผนกอุตสาหการจะดูแลระเบียบปฏิบัติต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 การติดตามและควบคุมการใช้มาตรการ

กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบจัดทำ	กำหนดเสร็จ	ผลการดำเนินการจัดทำ	ประสิทธิผลการดำเนินการ
1.กำหนดนโยบาย	ผู้จัดการทั่วไป	20 มกราคม 2552	อยู่ในเกณฑ์ดี	ปกติ
2.แต่งตั้งทีมงาน	ผู้จัดการทั่วไป	20 มกราคม 2552	อยู่ในเกณฑ์ดี	ปกติ
3.การกำหนดผู้รับผิดชอบเปิด-ปิดอุปกรณ์ต่างๆ	หัวหน้าแผนกเครื่องกล	20 มีนาคม 2552	ดำเนินการแล้ว	ใช้งานได้เป็นปกติ
4.ระเบียบปฏิบัติต่างๆ	หัวหน้าแผนกอุตสาหการ	26 มีนาคม 2552	ดำเนินการแล้ว	ใช้งานได้ แต่ยังมีบางส่วนที่อยู่ระหว่างการจัดทำ

4.4.2 การตรวจประเมินผลระบบการจัดการพลังงานก่อนและหลังปฏิบัติงาน

การประเมินผู้วิจัยจะแบ่งอัตราส่วนความสำคัญของการดำเนินการไว้ตามเกณฑ์ประเมินระบบการจัดการพลังงานของ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และถ้าคะแนนรวมจากการประเมินได้ตั้งแต่ 650 ขึ้นไปนั้นจะสามารถส่งเข้าประกวดการจัดการพลังงานของโรงงานในระดับชาติได้ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่ว่าเมื่อได้บังคับใช้ไปแล้วจะสามารถมีผลต่อการใช้พลังงานที่ลดลงมากเพียงใด และคะแนนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละเปอร์เซ็นต์ คือ คะแนนรวมเต็ม 1000 คะแนนซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งกฎเกณฑ์เอาไว้ว่าหลังปรับปรุงการใช้พลังงานแล้วนั้น คะแนนการประเมินรวมจะต้องมากกว่าก่อนการปรับปรุง 1 เท่าของคะแนนก่อนปรับปรุง จากข้อมูลการประเมินพบว่าก่อนปรับปรุงนั้นหัวข้อที่มีคะแนนเป็นศูนย์ คือ ไม่มีนโยบายที่จะจัดการด้านพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม ไม่มีผู้ดูแลและควบคุมการใช้พลังงานอย่างถูกวิธี และไม่มีการทบทวนจากฝ่ายบริหาร ส่วนจุดเด่นของโรงงานคือได้มีการวางแผนการประหยัดพลังงานไว้และดำเนินการ แต่เป็นการดำเนินการอย่างไม่ค่อยจะเป็นระบบเท่าไรนัก ซึ่งทำให้ได้คะแนนประเมินรวมเท่ากับร้อยละ 25.5 และหลังจากการเข้าไปศึกษาและปรับปรุงการใช้พลังงานแล้วนั้น จะเห็นว่าคะแนนการประเมินในทุกหัวข้อเพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางด้านบน นั่นหมายความว่าโรงงานมีระบบการจัดการที่ดีขึ้น และคะแนนการประเมินรวมหลังปรับปรุงเท่ากับร้อยละ 57 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 1 เท่า รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.15

รายละเอียดและคำอธิบายทั้งหมดจะอยู่ที่ (ภาคผนวก จ)

ตารางที่ 4.15 การตรวจประเมินระบบการจัดการพลังงานก่อนและหลังปฏิบัติงาน

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
1	นโยบายและเป้าหมายการจัดการพลังงาน	25	0	15
2	โครงสร้างองค์กรแล้วทีมพลังงาน (Organization Structure and Energy Team)	50	0	25
3	การวางแผนประหยัดพลังงานและดำเนินการ	400	209	235
4	การควบคุมการปฏิบัติงาน	200	31	80
5	การติดตาม การควบคุม ดัชนีพลังงาน และค่าพลังงานคาดหมาย	250	15	125
6	การทบทวนโดยฝ่ายบริหาร	70	0	30
รวม		1000	255	570

4.5 สรุปผลการประหยัดพลังงาน

จากการดำเนินการมาตรการและระเบียบปฏิบัติต่างๆ จะสามารถนำมาสรุปผลเป็นตัวเลขข้อมูลได้ดังนี้

4.5.1 เปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างก่อนและหลังการดำเนินมาตรการและระเบียบปฏิบัติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานรวมต่อหน่วยตันวัตถุดิบ (MJ/ton) ระหว่างเดือนที่บังคับใช้มาตรการ ก่อนและหลังการดำเนินการบังคับใช้มาตรการ คือระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 นั้นได้ข้อมูลการใช้พลังงานในแต่ละเดือนดังแสดงในตารางที่ 4.16 ดังนี้

ตารางที่ 4.16 ข้อมูลการใช้พลังงานหลังการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน

เดือน/ปี	วัตถุดิบเข้า (ton)	ขี้เลื่อย (ton)	ไฟฟ้า (kWh)	พลังงานรวม (MJ)	พลังงานต่อตันวัตถุดิบ (MJ/ton)
มิ.ย. 52	69.00	176.80	102,261.19	2,291,724.28	33,213.39
ก.ค. 52	56.70	154.99	97,254.01	2,036,405.64	35,915.44
ส.ค. 52	59.08	158.26	100,619.55	2,084,099.18	35,275.88
ก.ย. 52	67.89	180.73	106,744.01	2,350,620.84	34,623.96
ต.ค. 52	63.82	164.20	100,893.73	2,149,713.43	33,684.00
พ.ย. 52	59.76	162.72	94,608.18	2,110,983.05	35,324.35
ธ.ค. 52	65.81	172.47	100,787.48	2,239,308.53	34,026.87
รวม	442.06	**1,170.17**	703,168.15	15,262,854.95	**เฉลี่ย 34,580.56**

หลังจากได้สรุปข้อมูลของการใช้พลังงานหลังการดำเนินการบังคับใช้มาตรการและระเบียบปฏิบัติต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น สามารถสรุปการใช้พลังงานรวมเมื่อเทียบกับปริมานของวัตถุดิบที่นำมาเข้ากระบวนการได้เท่ากับ 34,580.56 MJ/ton หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลการใช้พลังงานของปีที่ผ่านมาระหว่างเดือนที่ตรงกัน คือ ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 มาคิดเป็นค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานรวมเมื่อเปรียบเทียบกับปริมานวัตถุดิบที่ใช้ จะได้ข้อมูลต่างๆ ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลการใช้พลังงานก่อนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน

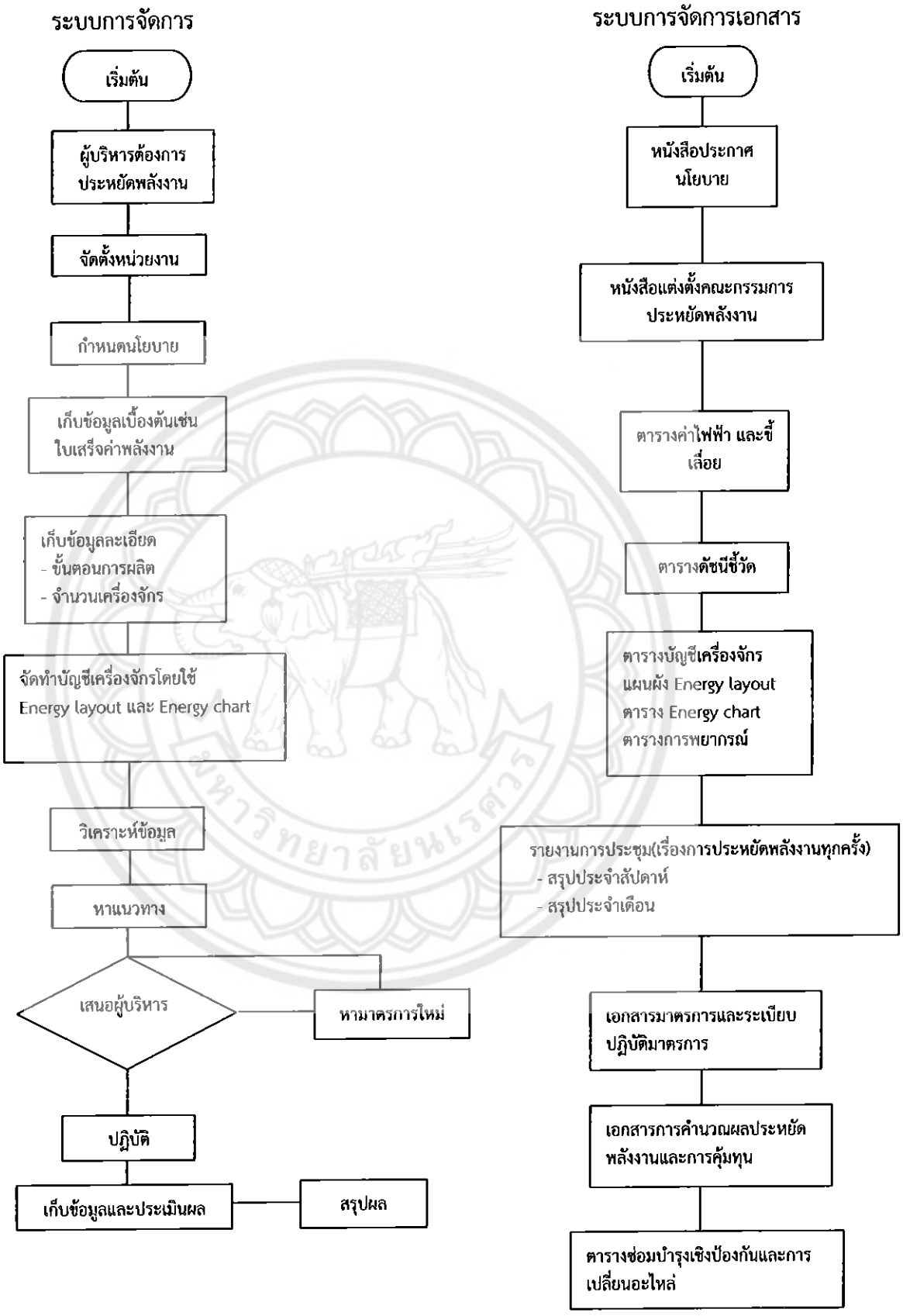
เดือน/ปี	วัตถุดิบเข้า (ton)	ขี้เลื่อย (ton)	ไฟฟ้า (kWh)	พลังงานรวม (MJ)	พลังงานต่อตันวัตถุดิบ (MJ/ton)
มิ.ย. 51	63.63	188.45	108,486	2,440,885.6	38,360.61
ก.ค. 51	58.7	173.84	95,744	2,236,057.6	38,092.97
ส.ค. 51	62.01	183.66	100,384	2,359,603.2	38,051.99
ก.ย. 51	68.05	201.53	95,846	2,537,692	37,291.58
ต.ค. 51	62.28	184.46	87,603.96	2,322,299.06	37,288.04
พ.ย. 51	56.09	166.12	91,936.52	2,138,357.07	38,123.68
ธ.ค. 51	62.18	184.15	101,917	2,370,453.2	38,122.44
รวม	432.94	1,282.21	681,917.48	16,405,347.73	เฉลี่ย 37,904.47

จากข้อมูลในตารางที่ 4.17 แสดงการใช้พลังงานทั้งสองชนิดและการใช้พลังงานรวมเมื่อเทียบกับปริมานของวัตถุดิบที่นำมาเข้ากระบวนการ ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ซึ่งเป็นระยะเวลาเดียวกันกับข้อมูลหลังการดำเนินการบังคับใช้มาตรการและระเบียบปฏิบัติ เพื่อจะนำมาเปรียบเทียบ จากข้อมูลจะเห็นได้ว่า ในเดือนเดียวกันของปีที่ผ่านมามีการใช้พลังงานรวมเมื่อนำไปเทียบกับปริมานของวัตถุดิบที่นำมาเข้ากระบวนการแล้ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37,904.47 MJ/ton

จากการคำนวณปริมานการใช้พลังงานเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2552 เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2551 จะเห็นว่ามีการใช้พลังงานเฉลี่ยที่ลดลงเท่ากับ 3323.91 MJ/ton หรือคิดเป็นร้อยละ 8.77 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

4.6 จัดทำ Flow Chart เพื่อแสดงการจัดการและขั้นตอนของระบบการจัดการอนุรักษ์พลังงาน

Flow Chart ที่แสดงในรูปที่ 4.13 นั้น เป็นการแสดงขั้นตอนการจัดการพลังงานทั้งระบบให้เห็นอย่างชัดเจน โดยจะแบ่งเป็น 2 ประเภท และจะดำเนินการไปพร้อมกัน เริ่มจากระบบการจัดการเกิดจากแนวคิดของผู้บริหารว่าต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนด้านพลังงาน จึงทำให้เกิดการประกาศนโยบายเพื่อให้รับทราบโดยทั่วกันว่าต่อไปนี้จะเริ่มทำการประหยัดพลังงาน หลังจากนั้นจึงมีการจัดตั้งหน่วยงานเพื่อรับผิดชอบทางด้านนี้โดยตรง จะประกอบไปด้วยผู้จัดการทั่วไป (หัวหน้าทีม) หัวหน้าแผนกไฟฟ้า หัวหน้าแผนกเครื่องกล และหัวหน้าแผนกอุตสาหการ โดยพนักงานของแต่ละแผนกจะรับทราบนโยบายโดยผ่านหัวหน้าแผนกแต่ละแผนก หลังจากรับทราบภารกิจงานแล้วจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของแต่ละแผนกและนำมาบันทึกลงใน Energy Layout และ Energy Chart ตามลำดับ จากนั้นผู้รับผิดชอบทั้งหมดจะมาประชุมกันเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้และร่วมกันหาจุดบกพร่อง แนวทางแก้ไข เมื่อได้แนวทางแก้ไขแล้วจึงจัดทำหนังสือเพื่อเสนอต่อผู้บริหารอนุมัติ ถ้าข้อเสนอใดผู้บริหารไม่อนุมัติก็จะต้องกลับมาดำเนินการในขั้นตอนการคิดวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ หลังจากได้แนวทางแก้ไขปัญหาเรียบร้อยแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้บริหารอีกครั้งเพื่อให้ผู้บริหารอนุมัติ ข้อมูลที่นำเสนอต่อผู้บริหารจะประกอบไปด้วยมาตรการการแก้ไขปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้น ต้นทุนในการแก้ไขปัญหาและจุดคุ้มทุน เพื่อให้ผู้บริหารเห็นว่าจะพัฒนาหรือปรับปรุงในจุดใด ใช้งบประมาณเท่าไรและจะสามารถลดต้นทุนด้านพลังงานได้จริงหรือไม่ โดยจะมีการคำนวณความเป็นไปได้ไว้ร่วงหน้า โดยอ้างอิงจากข้อมูลเดิมของปีที่ผ่านมานำมาพยากรณ์ จากนั้นเริ่มดำเนินการในส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องกับมาตรการและเก็บข้อมูลเสนอผู้บริหารว่าสามารถลดการใช้พลังงานได้ตามเป้าหมายหรือไม่ ส่วนขั้นตอนการทำเอกสารหรือแบบฟอร์มในการนำเสนอผู้บริหารแบบต่างๆนั้นจะนำเสนอในภาคผนวก



รูปที่ 4.13 Flow Chart แสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงงานวิจัย

5.1.1 สามารถลดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างได้ทั้งพลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงขี้เลื่อย

5.1.2 ทางโรงงานมีการจัดการด้านพลังงานที่ดีขึ้นโดยการจัดตั้งทีมอนุรักษ์พลังงานของโรงงาน

5.1.3 การดำเนินงานวิจัยได้ผลเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้คือประหยัดพลังงานรวมทั้งโรงงานได้ร้อยละ 8.77 ของการใช้พลังงานทั้งหมดก่อนมีการปรับปรุง

5.1.4 จากข้อมูลที่แสดงว่าการใช้พลังงานได้ลดลง เพราะฉะนั้นสามารถสรุปได้ว่าพนักงานทุกคนของโรงงานได้รับนโยบายจากผู้บริหารเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน จึงทำให้พนักงานมีนิสัยและจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีต่อทั้งโรงงานเองและชุมชน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการทบทวนวิธีการปฏิบัติงานหรือจัดอบรมอย่างน้อย 1 ครั้งต่อเดือน

5.2.2 พฤติกรรมการประหยัดพลังงานของพนักงานทุกคน สมควรที่จะได้รับผลตอบแทนที่ดี เช่นการประกวดว่าใครสามารถประหยัดพลังงานได้มากที่สุดจะได้รับรางวัล จากข้อเสนอแนะจะเห็นว่าเป็นการสร้างแรงจูงใจในการประหยัดพลังงานและอาจส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานที่มากขึ้นและยาวนานขึ้นด้วย ต่อเมื่อพนักงานทุกคนยังมีแรงจูงใจในการที่จะประหยัดพลังงานด้วยสองมือของทุกคนเอง

เอกสารอ้างอิง

แซลลี, มอร์แกน. (2545). **พลังงานปัจจุบันและสู่อนาคต.** (รศ.ดร.สุนทร โคตรบรรเทา, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.). (ต้นฉบับภาษาอังกฤษ พิมพ์ ค.ศ. 1999)

ฟุคุนางะ, อิจิโระ. (2530). **เทคนิคการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลในโรงงาน.** (ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์ ผู้แปล). กรุงเทพฯ: บริษัท เอเชียเพรส จำกัด.

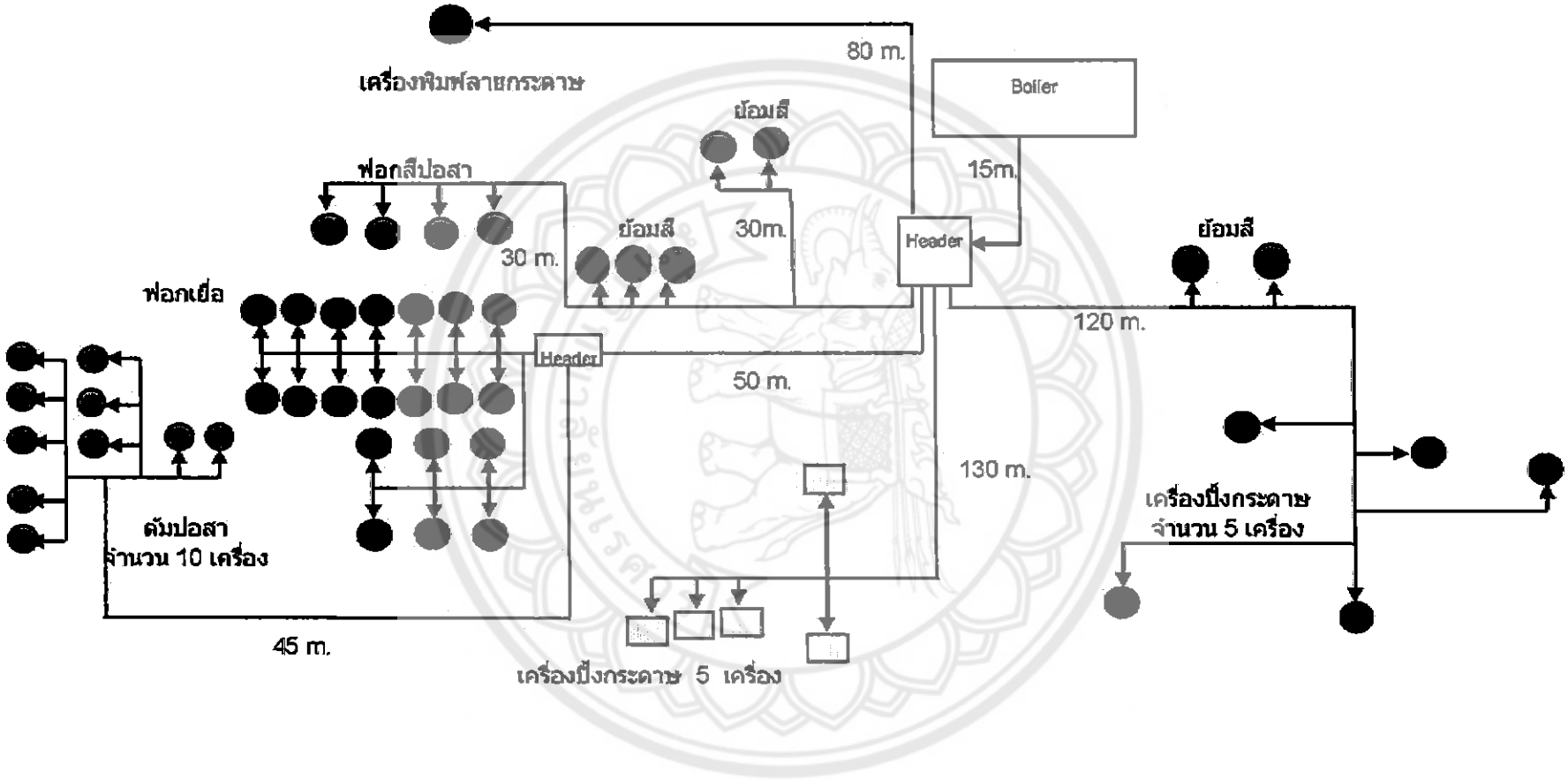
วัชระ มั่งวิทิตกุล. (2548). **กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคาร และโรงงานอุตสาหกรรม.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: บริษัท เรียว ยู พาวเวอร์ จำกัด.

วัชระ มั่งวิทิตกุล. (2550). **ศิลปะการจัดการพลังงาน.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ หจก. สามลดา.

ศิษฎา สิมารักษ์. (2549). **ตำราเรื่อง การประหยัดพลังงาน.** พิษณุโลก คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อนุศักดิ์ ฉิ่นไพศาล. (2543). **งานซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ส่งกำลังในเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ภาคผนวก ก
ENERGY LAYOUT

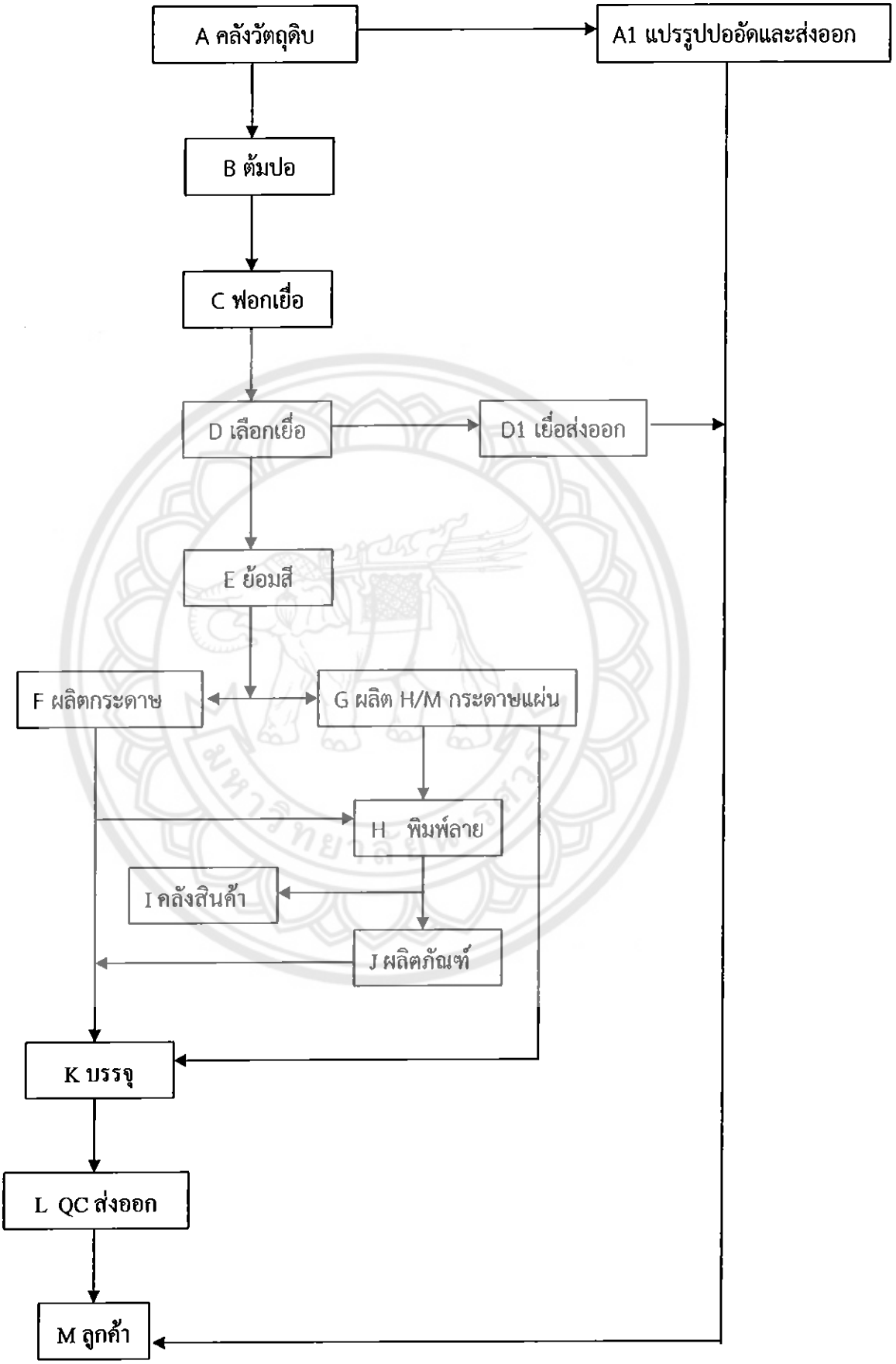


ตัวอย่าง ENERGY LAYOUT ของระบบไอน้ำ

ภาคผนวก ข

ENERGY CHART

กระบวนการผลิตสินค้ากระดาษสาเพื่ออธิบาย ENERGY CHART



นิยามศัพท์

รหัส	หมายถึง	รายละเอียด
A	คลังวัตถุดิบ	จัดเก็บวัตถุดิบส่งภายในและแปรรูปส่งออก
B	ต้มปอ	ต้มวัตถุดิบเพื่อกระบวนการฟอก
C	ฟอกเยื่อ	ฟอกเยื่อเพื่อกระบวนการเลือกเยื่อ
D	เลือกเยื่อ	คัดแยกสิ่งสกปรกออกจากเยื่อ
E	ย้อมสี	ย้อมสีเยื่อ
F	ผลิตกระดาษม้วน	แปรรูปเยื่อให้เป็นกระดาษม้วน
G	ผลิตกระดาษแผ่น	แปรรูปเยื่อให้เป็นกระดาษแผ่น
H	พิมพ์ลาย	พิมพ์ลายกระดาษม้วนและแผ่น
I	คลังสินค้ากระดาษ	จัดเก็บสินค้า/แผ่น/ม้วน/ผลิตภัณฑ์
J	ผลิตภัณฑ์	แปรรูปผลิตภัณฑ์กระดาษแผ่นและม้วน
K	บรรจุภัณฑ์	แปรรูปผลิตภัณฑ์กระดาษแผ่นและม้วน
L	QC ส่งออก	QCสินค้าส่งภายในและต่างประเทศ
M	ลูกค้า	ลูกค้าภายในประเทศและต่างประเทศ

Energy chart ขั้นตอนที่ A เตรียมปอแห้ง และต้มปอ

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.) เตรียมปอแห้ง	หม้อแปลงไฟฟ้า 250 kVA 380 -400 V	-Voltage 380 - 400 V	-ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 18.9 kW เพื่อขับปั้มไฮดรอลิค ใช้เวลา 5 นาที/ก้อน เพื่ออัดให้ปอเป็นก้อน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 47 องศาเซลเซียส
2.) ขนส่ง	หม้อแปลงไฟฟ้า 250 kVA 380-400V	ระดับแรงดันไฟฟ้าขนาด 380-400V	-ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 2.2 kW เพื่อขับสายพานลำเรียงส่งขึ้นรถบรรทุก ใช้เวลา 60 นาที	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 42 องศาเซลเซียส
3.) ต้มปอ (จำนวน 10 เตา)	-หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัด ความดัน 0-5 bar	-ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการ ที่ 3.4 bar	-ใช้พลังงานไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิสารเคมีในการย้อมสี 65-80 องศาใช้ระบบการต้มโดยตรงใช้เวลาต้ม 2ชั่วโมง	พลังงานเหลือใช้จากน้ำทิ้ง อุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำ 800 ลิตร	-อุณหภูมิ เครื่องจักร 60-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิชิ้นงาน 50องศาเซลเซียส

Energy chart ขั้นตอนฟอกเยื่อ

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.) ฟอกเยื่อ (จำนวน 20 บ่อ)	-หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัดความดัน 0-5 bar	-ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการ ที่ 3.4 bar	-ใช้พลังงานไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิสารเคมีในการย้อมสี 65-80 องศาใช้ระบบการต้มโดยตรงใช้เวลา 2 ชั่วโมง	อุณหภูมิ น้ำร้อนทิ้ง 60-75 องศาเซลเซียส จำนวน 4,000 ลิตร/ชุด/บ่อ	-อุณหภูมิ เครื่องจักร 60-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ ชิ้นงาน 50 องศาเซลเซียส
	-ปั้มลม 7.5 HP 1 เครื่อง ผลิตลมอัดความดัน 6-8 bar	-ความดันลมเข้ากระบวนการ ที่ 5 bar	-ใช้พลังงานลม เป่าน้ำเยื่อให้เกิดการหมุนเวียนใช้เวลา30 นาที	-	-

Energy chart ขั้นตอนเลือกเยื่อหรือคัดแยก

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.) เลือกเยื่อหรือคัดสิ่งสกปรก					
1.2 ปรับสีปอ	-หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัดความดัน 0-5 bar	ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการ ที่ 3.4 bar	-ใช้พลังงานไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิสารเคมีในการย้อมสี 65-80 องศาใช้ระบบการต้มโดยตรงใช้เวลาต้ม1ชั่วโมง/ชุด	อุณหภูมิน้ำร้อนทิ้ง 60-75 องศาเซลเซียสจำนวน 4,000 ลิตร	-อุณหภูมิ เครื่องจักร 60-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิชิ้นงาน 50องศาเซลเซียส
			-ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์พัดลม	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 44 องศาเซลเซียส
1.2.1 Ring Blower	- หม้อแปลงไฟฟ้า 315 kVA 380 400V	- ระดับแรงดันไฟฟ้า 380 400V	-ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 2.2 kW เพื่อเป่ากวนเยื่อใช้เวลา 40 นาที/ชุด	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 41 องศาเซลเซียส

Energy chart ขั้นตอนเลือกเยื่อหรือคัดแยก (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.3 สลัดความชื้น	-หม้อแปลงไฟฟ้า 315 kVA 380-400 V	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380 -400V	-ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ ขนาด 3.78 kWเพื่อสลัดน้ำออก ใช้เวลา 5 นาที/ชุด	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 41 องศาเซลเซียส
1.4 คัดแห้ง	-หม้อแปลงไฟฟ้า 315 kVA 380-400 V	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380 -400V	ใช้หลอดไฟแสงสว่าง 1 หลอด 36 Wใช้เวลา 4 ชั่วโมง/ชุด	-	-อุณหภูมิหลอดไฟ 56 องศาเซลเซียส
1.5 ตรวจสอบเยื่อโดยตู้ไฟ	-หม้อแปลงไฟฟ้า315 kVA380-400 V	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380 -400V	ใช้หลอดไฟแสงสว่าง 4 หลอด 36 W/4 ชม	-	-อุณหภูมิหลอดไฟ 56 องศาเซลเซียส
1.6QCตรวจสอบคุณภาพเยื่อ	-หม้อแปลงไฟฟ้า315 kVA380-400 V	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380 -400V	ใช้หลอดไฟแสงสว่าง 2 หลอด 36 W/30นาที	-	-อุณหภูมิหลอดไฟ 52 องศาเซลเซียส

Energy chart เลือกเยื่อหรือคัดแยก (ส่งออก)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.) ชุบน้ำยา	-หม้อแปลงไฟฟ้า250 KVA 380-400 V	-ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์รอกไฟฟ้าขนาด 3 HP 2.2 Kwใช้เวลา10 นาที/ชุด	-	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส
1.1) สลัดเยื่อส่งออก	หม้อแปลงไฟฟ้า250 KVA 380-400	มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด7.5 HP 5 Kwใช้เวลา 5 นาที/ชุด	-	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 46 องศาเซลเซียส
1.2) แพ็คและบรรจุ	หม้อแปลงไฟฟ้า250 KVA 380-400	ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอ-เตอร์ไฟฟ้าขนาด1.0 HP 0.75 kW ใช้พลังงานไฟฟ้าฮิตเตอร์ความร้อนใช้เวลา2 ชั่วโมง	-	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 42 องศาเซลเซียส
1.3) สายพานลำเลียง	-หม้อแปลงไฟฟ้า250 kVA 380-400 V	ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์สายพานลำเลียงขนาด 3 HP 2.2 kWใช้เวลา3ชั่วโมง	-	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 47 องศาเซลเซียส

Energy chart เลือกเยื่อหรือคัดแยก (ส่งภายในประเทศ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.1) สลัดเยื่อส่งภายในประเทศ	-หม้อแปลงไฟฟ้า 250 kVA 380-400 V	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400 V	-ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ขนาด 7.5 HP 5 kW	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 47 องศาเซลเซียส

Energy chart แผนกย้อมสี

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.) ย้อมเยื่อเส้น (จำนวน 2 เครื่อง)	-หม้อแปลงไฟฟ้า 250 kVA 380-400 V	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400 V	-ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ขนาด 5.6 kW แต่ค่าที่ใช้พลังงานจริง 5.2 kW เพื่อขับใบมีดตีเยื่อย้อมสี ใช้เวลา 12 นาที/เยื่อ 240 Kg น้ำ 3000 ลิตร	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 45 องศาเซลเซียส
	-ปั๊มลม 3 HP 1 เครื่อง ผลิตลมอัดความดัน6-8 bar	-ความดันลมเข้ากระบวนการ ที่ 5 bar	-ใช้พลังงานลม เป่าน้ำเยื่อให้เกิดการหมุนเวียนใช่เวลา30 นาที/ครั้ง	-	-

Energy chart แผนกย้อมสี (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.1) ปั๊มน้ำร้อนส่งเข้า	-หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัด แรงดัน 0 -5 bar	-ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการ ที่ 3.4 bar	-ใช้พลังงานไอน้ำ ต้มน้ำร้อน ควบคุมอุณหภูมิ65-80 องศา ใช้เวลาต้ม1ชั่วโมง -ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำร้อนขนาด 3 HP 2.2 KW	-คอนเดนเสท อุณหภูมิ50-60 องศาเซลเซียสใช้น้ำคอนเดนเสทกับมาใช้งาน	อุณหภูมิ เครื่องจักร 50 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ ชิ้นงาน 60-75องศาเซลเซียส
เครื่องตีเยื่อเส้น 2 ตัว	-หม้อแปลงไฟฟ้า 250 KVA 380-400	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400 V	-ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ ใช้เวลา 10 นาที	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส
1.2) สายพานลำเลียงเยื่อ 1 เครื่อง	-หม้อแปลงไฟฟ้า 250 kVA 380-400	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400 V	-ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ขนาด 5.6 kW แต่ค่าที่ใช้พลังงานจริง 5.2 KW เพื่อขับใบมีดตีเยื่อย้อมสี ใช้เวลา 12 นาที/เยื่อ 240 Kg น้ำ 3000 ลิตร	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 48 องศาเซลเซียส

Energy chart แผนกย้อมสี (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
3.) ไฮดรา 150 Kg จำนวน 2 เครื่อง	-หม้อแปลงไฟฟ้า250 kVA 380-400 V	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400 V	-ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ 20 HP ขนาด 15 kWใช้เวลา2 ชั่วโมง	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 40 องศาเซลเซียส
4) ไฮดรา 60 Kg จำนวน 1 เครื่อง	-หม้อแปลงไฟฟ้า250 kVA 380-400 V	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400 V	-ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ 5 HP ใช้เวลา2ชั่วโมง -ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ 3 HP ขนาด 2.2 KWขับปั๊มน้ำ เยื่อใช้เวลา2ชั่วโมง	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 44 องศาเซลเซียส
5.) เครื่องย้อม 2 ตัว ใช้พลังงานแบบไดเร็คโดยตรง	-หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัดแรงดัน 0 -5 bar -หม้อแปลงไฟฟ้า250 KVA 380-400	-ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการ ที่ 3.4 bar ระดับแรงดันไฟฟ้า380-400 V	ใช้พลังงานไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิสารเคมีในการย้อมสี 65-80 องศาใช้เวลา2ชั่วโมงใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ปั๊มลม 7.5 HP 5.2KWใช้เวลา2 ชั่วโมง	-	-

Energy chart แผนกย้อมสี (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
6.) อ่างต้มวัตถุดิบ จำนวน 5 อ่าง	-หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัดแรงดัน 0 -5 bar	-ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการ ที่ 3.4 bar	-ใช้พลังงานไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิสารเคมีในการย้อมสี65-80 องศาใช้เวลา1 ชั่วโมง	-คอนเดนเสทอุณหภูมิ50-60 องศาเซลเซียส	-อุณหภูมิ เครื่องจักร 50 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิชิ้นงาน 60-75 องศาเซลเซียส
7.) อ่างย้อมใบไม้ จำนวน 1 อ่าง	-หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัดแรงดัน 0 -5 bar	-ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการ ที่ 3.4 bar	-ใช้พลังงานไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิสารเคมีในการย้อมสี 65-80องศาใช้เวลา1 ชั่วโมง	-คอนเดนเสทอุณหภูมิ50-60 องศาเซลเซียส	-อุณหภูมิ เครื่องจักร 50 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิชิ้นงาน 60-75 องศาเซลเซียส
8.) สลัดเยื่อ 5 เครื่อง	-หม้อแปลงไฟฟ้า 250 KVA 380-400 V	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400 V	-ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ ขนาด 5.6 kW แต่ค่าที่ใช้พลังงานจริง 5.2 KW เพื่อขับเครื่องสลัดเยื่อที่มีความชื้นน้ำหนัก180Kgให้ชิ้นไม่เกิน70%ใช้เวลา 1-3 นาที/ครั้ง	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส

Energy chart แผนกผลิตกระดาษด้วยเครื่อง

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.) เครื่องผลิตกระดาษ MC1-5จำนวน เครื่อง	-หม้อแปลงไฟฟ้า 350 KVA 380-400 V	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400 V	-ใช้มอเตอร์ 3 Hp(2.2 KW) เพื่อขับลูกอบจำนวน 1 ตัวใช้เวลา 20-22 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 42 องศาเซลเซียส
			-ใช้มอเตอร์ 1 Hp(0.75 KW) เพื่อขับชุดขัดลูกอบจำนวน 1 ตัวใช้เวลา 2 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 45 องศาเซลเซียส
			-MC4.ใช้2ชุดมอเตอร์ 2hp(1.5 kw) เพื่อขับชุดชักผ้าใบล่าง ใช้เวลา 10 นาที/ครั้ง หรือ 5-7 ครั้ง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 49 องศาเซลเซียส
			-MC4.ใช้มอเตอร์ขับ2ชุด 3hp(1.5 kw) เพื่อขับลูกกลิ้งวิดเยื่อ ใช้เวลา 22 ช.ม /วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 46 องศาเซลเซียส

Energy chart แผนกผลิตกระดาษด้วยเครื่อง (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
			MC4ใช้มอเตอร์ขับ2ชุดขับกระบวยป้อนเยื่อ 20-22 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 44 องศาเซลเซียส
			-MC4มอเตอร์ 2 hp(1.5 kw) เพื่อขับใบกวนเยื่อ2ชุด ใช้เวลา 20-22 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส
			-ใช้มอเตอร์ 1 Hp(0.75 KW) เพื่อขับชุดโยกตะแกรงจำนวน 2 ตัวใช้เวลา 20-22 ชั่วโมง/วัน ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ 3hp (2.2 kw) ขับปั๊มน้ำเพื่อเวียนน้ำใช้ MC4ใช้2ชุดระยะเวลาที่ใช้ 20-22 ช.ม.	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 41 องศาเซลเซียส

Energy chart แผนกผลิตกระดาษด้วยเครื่อง (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
			ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์3hp(2.2 kw)ขับใบมีดตีเยื่อถังผสมเยื่อใช้MC4ใช้2ชุดระยะเวลาที่ใช้ 15-22ชม/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 46 องศาเซลเซียส
			ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ 1hp(0.75kw)ขับใบมีดปั่นเยื่อใช้MC4ใช้2ชุดระยะเวลาที่ใช้ 20-22ชม/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส
			ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ 1hp(0.75kw)ขับปั้มแรงดันต่ำฉีดล้างทำความสะอาด ระยะเวลาที่ใช้ 20-22ชม/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส

Energy chart แผนกผลิตกระดาษด้วยเครื่อง (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
			ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ 1hp(0.75kw)ขับปั้มแรงดันสูงฉีดล้างทำความสะอาด ระยะเวลาที่ใช้ 4-5ชม/วันใช้	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 46 องศาเซลเซียส
			พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ 5hp(3kw)ขับเกียร์ผสมกาว ระยะเวลาที่ใช้ 10-15ชม/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 41 องศาเซลเซียส
			ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ 2hp(..kw)ขับปั้มส่งกาว ระยะเวลาที่ใช้10-15ชม./วัน ใช้จำนวน2 ตัว	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส

Energy chart แผนกผลิตกระดาษด้วยเครื่อง (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
			-MC1+2+3+5ใช้มอเตอร์ 3 Hp (2.2 KW) เพื่อขับตัวดูดความชื้นเยื่อกระดาษจำนวนเครื่องละ1MC4.ใช้3ตัว 20-22 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 47 องศาเซลเซียส
			-มอเตอร์ 1 Hp(0.75 KW) เพื่อขับปั๊มฉีดแรงดัน ใช้เวลา 10 นาที/ครั้ง หรือ 4-6 ครั้ง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 45 องศาเซลเซียส
-หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัดความดัน 0-5 bar	-ผลิตไอน้ำ อัด ความดัน 0-5 bar	-ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการ ที่ 0.5-0.7 bar	-ใช้พลังงานไอน้ำ ควบคุมความร้อนลูกอบเพื่ออบแห้งกระดาษอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ภายในและหน้าผิวลูกอบที่ 70-80 องศา	-คอนเดนเสท อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส	-อุณหภูมิ เครื่องจักร 60-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ ชิ้นงาน 50 องศาเซลเซียส

Energy chart แผนกผลิตกระดาษด้วยเครื่อง (ชนิดแผ่น)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.)เครื่องผลิตกระดาษ(ชนิดแผ่น)	-หม้อแปลงไฟฟ้า 250 KVA 380-400 V	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400 V	-ใช้มอเตอร์ 3 Hp(2.2 KW) เพื่อขับเกียร์ใบตีเยื่อจำนวน 1 ตัวใช้เวลา 6-7 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 46 องศาเซลเซียส
			-ใช้มอเตอร์ 1 Hp(0.75 KW) เพื่อขับชุดเกียร์ป้อนเยื่อจำนวน 1 ตัวใช้เวลา 10.-11 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส
			-ใช้มอเตอร์1hp(0.75kw) เพื่อขับลูกกลิ้งกวนเยื่อใช้เวลา 10-11 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 48 องศาเซลเซียส
			-ใช้มอเตอร์1hp(0.75kw) เพื่อขับสายพานตระแกรงใช้เวลา 10-11 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 52 องศาเซลเซียส
			ใช้มอเตอร์ 3 Hp (2.2 KW) เพื่อขับตัวดูดความชื้นเยื่อกระดาษใช้จำนวน2ตัว10-11 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 47 องศาเซลเซียส

Energy chart แผนกผลิตกระดาษชนิดแผนด้วยเครื่อง (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
			ใช้มอเตอร์ 5 Hp (KW) เพื่อขับตัวดูดความชื้นเยื่อกระดาษใช้จำนวน2ตัว10-11 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส
			ใช้มอเตอร์.. ...Hp(.KW) เพื่อทำความเย็นเลี้ยงเครื่องดูดความชื้นกระดาษใช้ 10-11 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส
			ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ 3hp(2.2 kw)ขับปั้มน้ำเพื่อเวียนน้ำใช้MC4ใช้2ชุด ระยะเวลาที่ใช้ 10-11ช.ม/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 46 องศาเซลเซียส
			MC4ใช้มอเตอร์ขับ2ชุดขับกระบวยป้อนเยื่อ20-22 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 41 องศาเซลเซียส

Energy chart ขั้นตอนผลิตกระดาษชนิดแผ่น ที่ G2

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.)เครื่องรีดลายกระดาษเปียก(ชนิดแผ่น)	-หม้อแปลงไฟฟ้า 250 KVA 380-400 V	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400 V	ใช้มอเตอร์ขับเกียร์เพื่อขับลูกกลิ้งรีดลาย10-11 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส
			ใช้มอเตอร์ 3 Hp (2.2 KW) เพื่อขับตัวดูดความชื้นเยื่อกระดาษใช้จำนวน2ตัว10-11 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส
	ปั๊มลม 3 HP 1 เครื่อง ผลิตลมอัดความดัน6-8 bar	-ความดันลมเข้ากระบวนการ ที่ 5 bar	-ใช้พลังงานไฟฟ้าขับปั๊มลม 3HP(2.2Kw)เพื่อพ่นสเปร์กาวแป้งเปียก	-	-

Energy chart ขั้นตอนผลิตกระดาษชนิดแผ่นที่ G 4

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.)เครื่องอบกระดาษ(ชนิดแผ่นเตาอบ)	-หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัดความดัน 0-5 bar	-ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการ ที่ 0.5-0.7 bar	-ใช้พลังงานไอน้ำ เพื่อถ่ายความร้อนให้คอล์ยร้อนอบแห้งกระดาษอุณหภูมิ 35-100 องศาเซลเซียส ภายใน ห้องอบใช้24ชม./วัน *หมายเหตุ: คอนเดนเสทนำกลับมาใช้กับระบบหม้อไอน้ำใหม่	-คอนเดนเสท อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส	-อุณหภูมิ เครื่องจักร 60-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิชิ้นงาน 50องศาเซลเซียส
2.)เครื่องรีดน้ำออกจากกระดาษ จำนวน 2 เครื่อง	-หม้อแปลงไฟฟ้า 250 KVA 380-400 V	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400 V	ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 0.5HP(Kw)ขับเกียร์เพื่อขับลูกกลิ้งรีดน้ำ ใช้เวลา 10-11ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส

Energy chart ขั้นตอนผลิตกระดาษชนิดแผ่นที่ G 5

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.)เครื่องกวนกาว จำนวน 2 เครื่อง	-หม้อแปลงไฟฟ้า 250 KVA 380-400 V	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400	ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 2HP(Kw)ขับเกียร์เพื่อขับใบกวนกาวใช้เวลา 4-5 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 44 องศาเซลเซียส
2.)เครื่องปั๊มส่งกาว	-หม้อแปลงไฟฟ้า 250 KVA 380-400 V	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400	ไฟฟ้าขับมอเตอร์จำนวน2 ตัว2HP(Kw)ขับเกียร์เพื่อขับปั๊มส่งกาวใช้เวลา 4-5 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 42 องศาเซลเซียส

Energy chart ขั้นตอนพิมพ์กระดาษที่ H1

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
1.) การพิมพ์เครื่องพิมพ์ไอซิโนเช่	-หม้อแปลงไฟฟ้า 350 KVA 380-400 V	- ระดับแรงดันไฟฟ้า ขนาด 380 400 W	ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 10HP Kw เพื่อขับเกียร์ขับสายพานและแปลงปาดสี ใช้เวลา 6-7ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 45 องศาเซลเซียส
			ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 1HP(0.75Kw)เพื่อขับเกียร์ขัดสายพานใช้เวลา6-7 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส
			ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 1HP(0.75Kw)เพื่อขับเกียร์ดึงระยะกระดาษใช้เวลา6-7 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 46 องศาเซลเซียส
			ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 3HP(2.2Kw)เพื่อขับใบพัดลมเป่าลมร้อนใช้เวลา4-5ชม	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 48 องศาเซลเซียส

Energy chart ขั้นตอนพิมพ์กระดาษที่ H1 (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
			ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ จำนวน3 ตัว0.4HP(..Kw)เพื่อขับใบพัดลมเป่าลมร้อนใช้เวลา 4-5ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส
			ใช้ไฟฟ้านำความร้อนฮีตเตอร์ จำนวน3 ตัว(..Kw)เพื่อทำลมร้อนในการอบกระดาษใช้เวลา6-7ชั่วโมง/วัน	-	-
	-หม้อไอน้ำ 6 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัด ความดัน 0-5 bar	-ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการ ที่ 1-2 bar	-ใช้พลังงานไอน้ำ เพื่อถ่ายความร้อนให้คอล์ยร้อนอบแห้งกระดาษอุณหภูมิ 35-100 องศาเซลเซียส ภายในห้องอบใช้24ชม./วัน*หมายเหตุ: คอนเดนเสท	-คอนเดนเสท อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส	-อุณหภูมิ เครื่องจักร 60-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ ชิ้นงาน 50องศาเซลเซียส

Energy chart ขั้นตอนพิมพ์กระดาษที่ H1 (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
2.) การอบกระดาษ	-หม้อแปลงไฟฟ้า 350 KVA 380-400 V	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400	-ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 3HP(2.2Kw)เพื่อขับเกียร์ขับสายพานลำเลียงใช้เวลา 6-7 ชั่วโมง/วัน -ใช้พลังงานไฟฟ้าทำให้ฮีตเตอร์ให้ร้อนขนาด1000W จำนวน.....หลอดใช้เวลา7ชั่วโมง/วัน	อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส	-อุณหภูมิ เครื่องจักร 60-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิชิ้นงาน 50องศาเซลเซียส
3.) การผสมสี จำนวน 4 เครื่อง	-หม้อแปลงไฟฟ้า 350 KVA 380-400 V	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400	-ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 2HP(Kw)เพื่อขับใบพัดปั่นกวนผสมสีใช้เวลา4-5 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 48 องศาเซลเซียส
4.) การพิมพ์ เครื่องพิมพ์กาเวียร์	-หม้อแปลงไฟฟ้า 350 KVA 380-400 V	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400	-ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 3HP 2.2Kwขับเกียร์ขับลูกกลิ้งกลิ้งพิมพ์ใช้เวลา6-7ชม/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส

Energy chart ขั้นตอนพิมพ์กระดาษที่ H1 (ต่อ)

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
			-ใช้พลังงานไฟฟ้าทำให้ฮีตเตอร์ 1000W ให้ร้อน จำนวน.....หลอดใช้เวลา6-7ชั่วโมง/วัน จำนวน 5 ชุด -ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 1HP(0.75Kw)เพื่อขับใบพัดลมเป่าลมร้อนใช้เวลา 6-7 ชม/วัน จำนวน 5 ชุด	-อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส	-อุณหภูมิ เครื่องจักร 60-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิชิ้นงาน 50องศาเซลเซียส
5.) การล้างBOX	-หม้อแปลงไฟฟ้า 350 KVA 380-400 V	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400	-ใช้ไฟฟ้าขับมอเตอร์ 1HP(0.75Kw)เพื่อปั้มแรงดันฉีดล้างBOXพิมพ์ใช้เวลา 2-3 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 46 องศาเซลเซียส
6.) การล้างBOX	-หม้อแปลงไฟฟ้า 350 KVA 380-400 V	ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-400	-ใช้ไฟฟ้าหลอดแสงสว่าง จำนวน.....(w)เพื่อถ่ายลายBOXพิมพ์ใช้เวลา 4-5 ชั่วโมง/วัน	-	-อุณหภูมิมอเตอร์ 43 องศาเซลเซียส

ภาคผนวก ค
แบบฟอร์ม

กิจกรรมการมีส่วนร่วม

ข้อเสนอแนะการออกมาตรการการจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพ

ท่านเป็นส่วนหนึ่งในองค์กรที่ท่านทำงานอยู่และท่านได้สัมผัสและมีส่วนใช้พลังงานทุกประเภท (ไฟฟ้า แสงสว่าง ไอน้ำ ลม ฯลฯ) ในการทำงานของท่านมีความคิดเห็นเสนอแนะมาตรการอะไรบ้าง ที่จะช่วยประหยัดพลังงาน และใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โปรดเสนอแนะมาในแต่ละด้านๆ

1. ด้านเทคนิค เครื่องจักร อุปกรณ์

1.1 .....

.....

1.2 .....

.....

1.3 .....

.....

1.4 .....

.....

2. ด้านการจัดการระบบ วิธีปฏิบัติ

2.1.....

.....

2.2.....

.....

2.3 .....

.....

3. ด้านคน (พนักงาน) จิตสำนึก

3.1 .....

.....

3.2 .....

.....

4. อื่นๆ (จากที่ได้สัมผัสมีประสบการณ์ในโรงงาน)

.....

.....

ขอบคุณมากครับ

แบบฟอร์มจดทะเบียนทีมปฏิบัติงานประหยัดพลังงานพลังงาน

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

มีจำนวนสมาชิกกรรมการกลุ่มรวม .....คน รายละเอียดดังนี้

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	โทรศัพท์มือถือ	หมายเหตุ
		ประธานกลุ่ม		
		เลขานุการกลุ่ม		
		กรรมการ		
		กรรมการ		
		กรรรมการ		
		กรรรมการ		

ปรัชญาของกลุ่มคือ

.....

.....

.....

.....

.....

จดทะเบียน การประชุมกลุ่มเดือนละ 1 ครั้ง จะประชุมวัน.....เวลา.....(20 นาที)

คุณสมบัติกรรมการ

1.ประธานกลุ่มควรเป็นหัวหน้างาน หรือ หัวหน้าแผนก

2.เลขานุการกลุ่มควรเป็นผู้ช่วยหัวหน้าแผนกหรือผู้ช่วยหัวหน้างานหรือพนักงานที่คล่องตัวสนใจงาน

3.กรรมการเป็นพนักงานที่รับผิดชอบงานดีและทำงานอยู่ในส่วนที่ใช้พลังงานบ่อยๆ

อำนาจหน้าที่ของกลุ่ม

1.ปฏิบัติการและควบคุมมาตรการการจัดการพลังงานให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

2.ประชุมกลุ่มทบทวนเสนอแนะมาตรการการจัดการพลังงานอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้งและบันทึกการ ประชุมตามแบบฟอร์มรายงานกลับคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานชุดใหญ่ (การประชุมคือการทำงาน ทบทวนปรับปรุงงานให้ดียิ่งขึ้น)

3.คอยสำรวจ ตักเตือน บอกกล่าว พนักงานในพื้นที่เรื่องความรู้ การอนุรักษ์พลังงานตามมาตรการ

4.มีบางโอกาสที่ผู้บริหารและตัวแทนจากคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานชุดใหญ่จะได้ลงมาร่วมประชุมด้วย เพื่อติดตามมาตรการและฟังข้อคิดเห็น(สื่อสารสองทาง)

5.การปฏิบัติการนี้อาจทำการอยู่ช่วงระยะเวลาหนึ่งจนกว่าการปฏิบัติตามมาตรการทำได้อย่างสม่ำเสมอ อาจจะเว้นระยะเป็นประชุมปีละ 2 ครั้งก็ได้

แบบเสนอแผนการติดตั้งมิเตอร์

หน่วยงาน.....

ชื่อผู้รายงาน.....

เพื่อเป็นการควบคุมและติดตามการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทางหน่วยงานขอเสนอการติดตั้งมิเตอร์ในหน่วยงานดังนี้

1. มิเตอร์เดิมในหน่วยงานที่ยังใช้อยู่

ลำดับ	รายการมิเตอร์	ขนาด	บริเวณที่ติดตั้ง	วันที่ติดตั้ง	หมายเหตุ

2. มิเตอร์ใหม่ที่ขอติดตั้ง

ลำดับ	รายการมิเตอร์	ขนาด	บริเวณที่ติดตั้ง	วันที่จะติดตั้ง	หมายเหตุ

หมายเหตุ ช่วงหมายเหตุให้กรอกด้วยว่าเพื่อควบคุมเป้าประสงค์อะไร

แบบฟอร์มรายงานการประชุม

◯ ประชุมกรรมการกลุ่มย่อยอนุรักษ์พลังงาน ◯ ประชุมคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานชุดใหญ่

เริ่มประชุมวันที่.....เวลา.....น.

ผู้ที่เข้าร่วมประชุม

1. ..... 2. .....
3. ..... 4. .....
5. ..... 6. .....
7. ..... 8. .....
9. ..... 10.....
11..... 12.....

ผู้ที่ไม่ได้เข้าร่วมประชุม

1. .....
เหตุผล.....
2.....
เหตุผล.....

ผลสรุปการประชุม – มอบหมายใครรับผิดชอบ-เสนอแนะมาตรการ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ปิดการประชุมเวลา.....น.

ประชุมครั้งต่อไปวันที่.....เวลา.....น.

ลงชื่อผู้บันทึกการประชุม.....

ลงชื่อประธานการประชุม.....

1. แผนการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงาน

กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบจัดทำ	กำหนดเสร็จ	ผลการดำเนินการจัดทำ	ประสิทธิผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
1. กำหนดนโยบาย					
2. แต่งตั้งทีมงาน					
3.การกำหนดผู้รับผิดชอบเปิด-ปิดอุปกรณ์ต่างๆ					
4.ระเบียบปฏิบัติ					

2. แผนการมาตรการลดการใช้พลังงาน

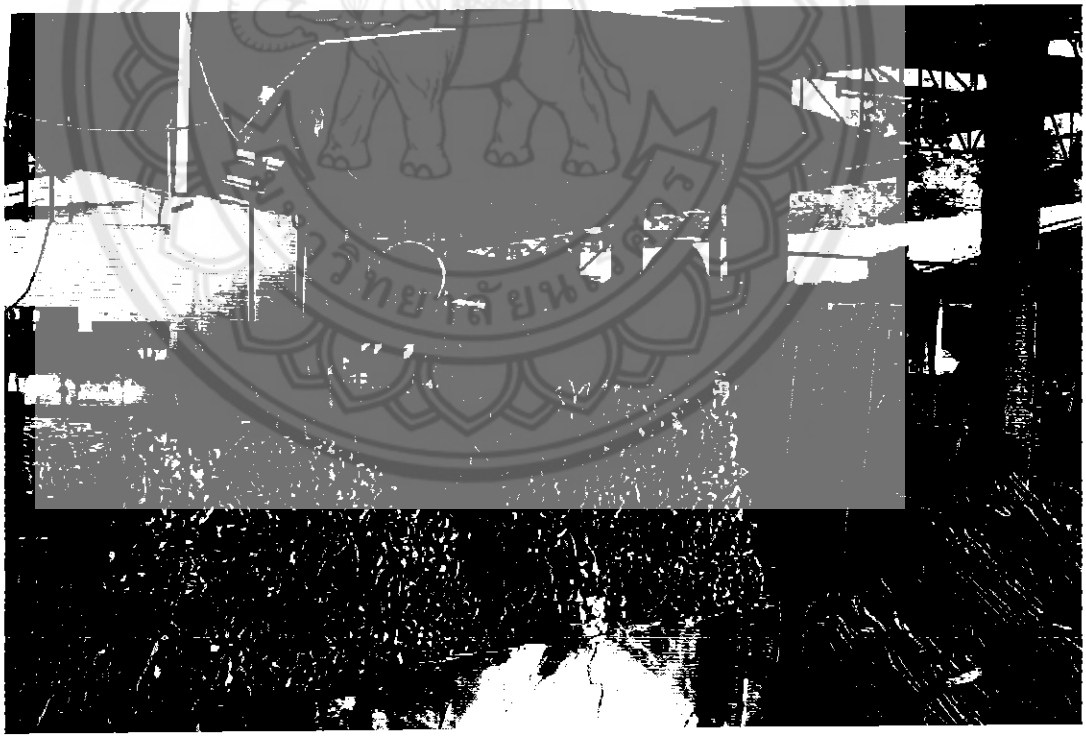
มาตรการและกิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	กำหนดเวลาแล้วเสร็จ	การลงทุน (บาท)	ผลที่คาดว่าประหยัดได้								ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	ผลการดำเนินงาน
				พลังงานไฟฟ้า			พลังงานความร้อน			รวม			
				kWh	MJ	ราคา (บาท)	หน่วย	MJ	ราคา (บาท)	MJ	ราคา (บาท)		
รวม													

3. แผนการติดตั้งมิเตอร์

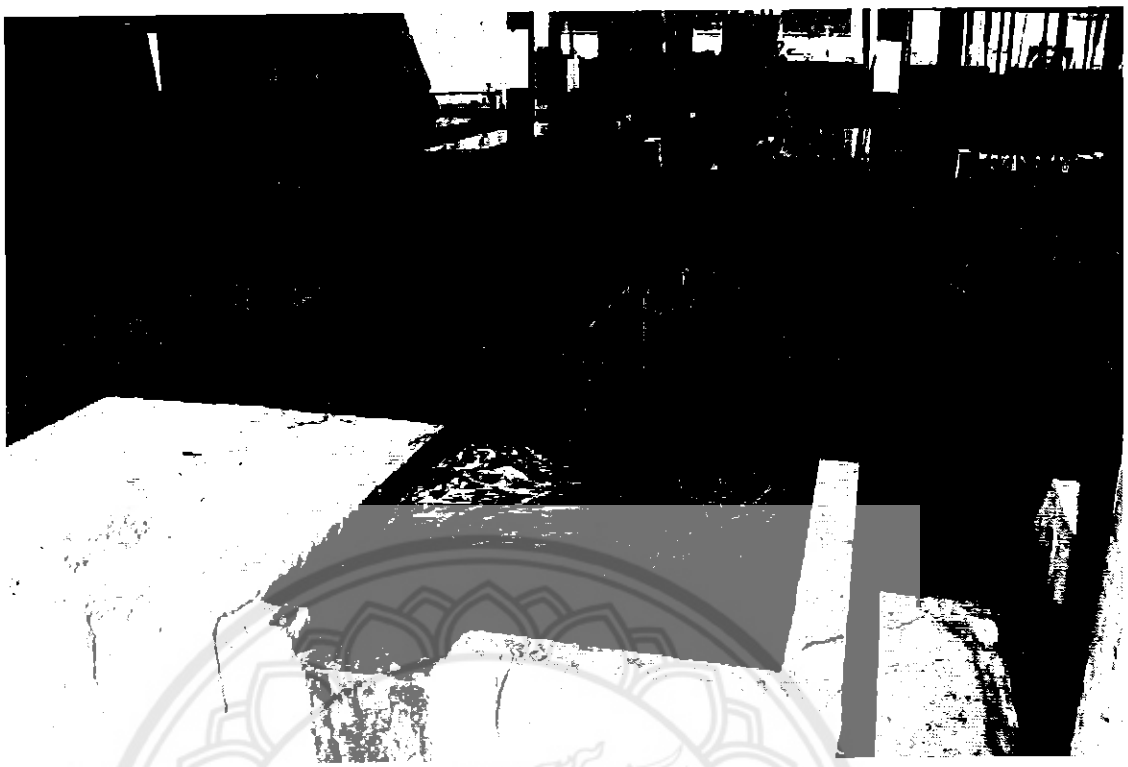
จุดติดตั้งมิเตอร์	ผู้รับผิดชอบ	กำหนดเวลาแล้วเสร็จ	ค่าเริ่มต้น	ผู้บันทึกข้อมูล	ผู้วิเคราะห์ข้อมูล	ผลการดำเนินการ

ภาคผนวก ง
รูปภาพกระบวนการผลิต

1. ปอสาที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต



2. ล้างทำความสะอาดปอสาก่อนนำไปแช่โซดาไฟ



3. หมักแช่ปอสาด้วยโซดาไฟ

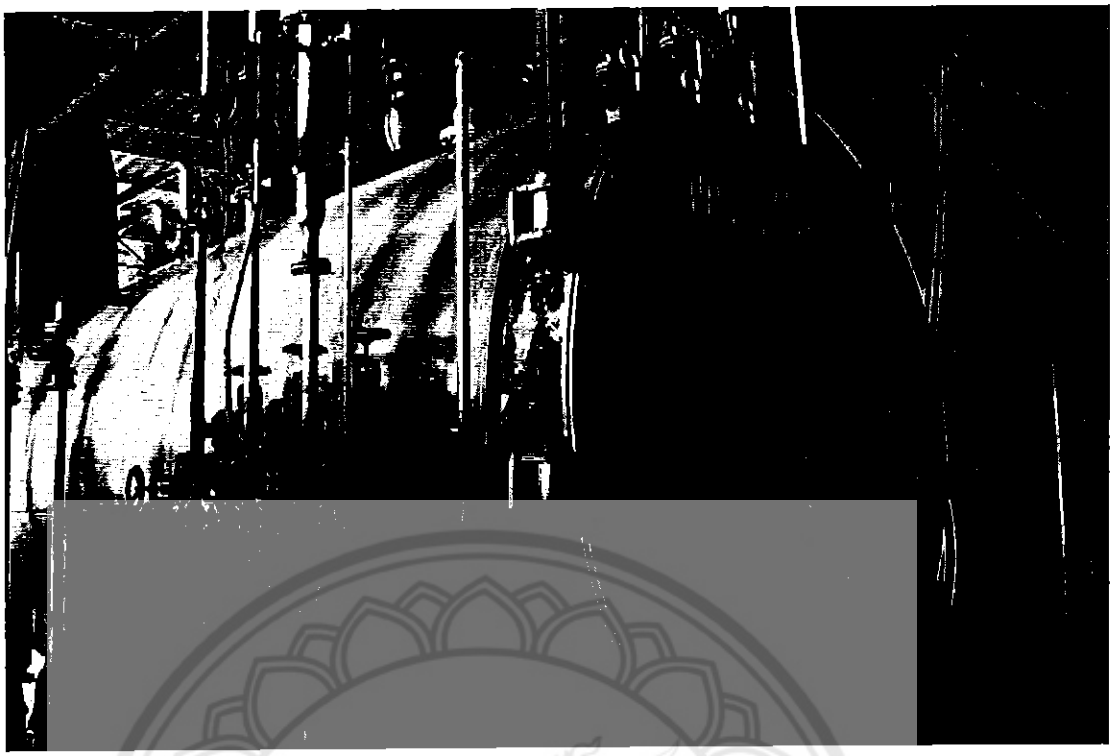
4. หลักจากแช่โซดาไฟแล้วจึงนำมาต้มด้วยไอน้ำจาก BOILER

5. ขั้นตอนคัดแยกสิ่งปนเปื้อนออก

6. ต้มในหม้อต้มอีกครั้งจนเปื่อยแล้วนำไปย้อมสีตามต้องการก่อนเข้าสู่ขบวนการรีดเป็นแผ่นกระดาษสา

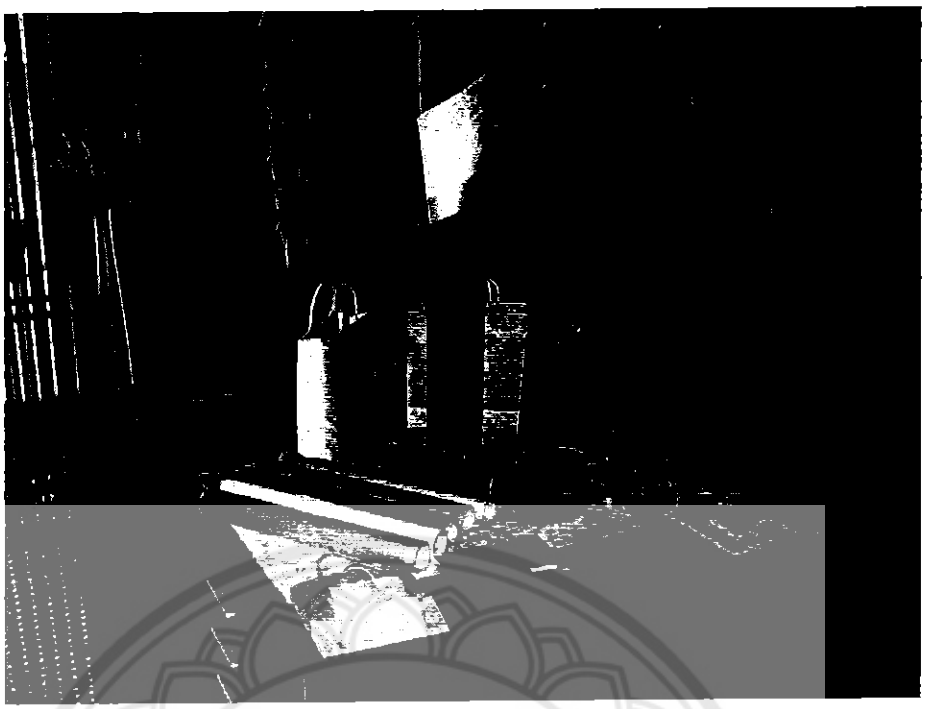
7. นำกระดาษมารีดเป็นแผ่นและผ่านการอบแห้งแล้วมาตัดให้ได้ขนาด

8. ทำลวดลายบนกระดาษสา



9. BOILER ที่ใช้ในการผลิตไอน้ำโดยใช้เชื้อเพลิงขี้เลื่อย

10. เชื้อเพลิงขี้เลื่อยใช้ป้อนเข้า BOILER



11. ผลิตภัณฑ์กระดาษสา

ภาคผนวก จ

ตารางตัวอย่างหลักเกณฑ์การตรวจประเมินระบบการจัดการพลังงาน

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
1	นโยบายและเป้าหมายการจัดการพลังงาน	25		0	15
	1.1 ผู้บริหารกำหนดนโยบายพลังงาน เป็นลายลักษณ์อักษร และมีการประชาสัมพันธ์ให้พนักงานทราบ		0-5	0	5
	1.2 นโยบายพลังงานแสดงความมุ่งมั่นของผู้บริหารในการจัดการพลังงาน ใช้ทรัพยากรต่างๆ อย่างคุ้มค่า		0-5	0	5
	1.3 นโยบายพลังงาน แสดงความมุ่งมั่นของผู้บริหารในการให้พนักงาน ทุกคนมีส่วนร่วมในการจัดการพลังงาน		0-5	0	5
	1.4 สุ่มถามพนักงานมากกว่า 60 % มีความเข้าใจนโยบายพลังงาน		0-10	0	
	Comment				
2	โครงสร้างองค์กรและทีมพลังงาน (Organization Structure and Energy Team)	50		0	25
	2.1 ผู้บริหารแต่งตั้งคณะทำงานจัดการพลังงาน โดยมีภาระหน้าที่ในการวางแผนการจัดการพลังงาน ดำเนินการติดตาม ควบคุมการใช้พลังงานให้เป็นไปตามนโยบายพลังงาน และมีการเผยแพร่ให้บุคลากรทุกระดับในองค์กรได้รับทราบ		0-10	0	10
	2.2 คณะทำงานจัดการพลังงาน ได้มีการประชุมกำหนดหัวข้อในการปรับปรุงการใช้พลังงาน เกณฑ์การให้คะแนน 0 ไม่มีการประชุม 5 ไม่มีหัวข้อการปรับปรุงการใช้พลังงาน 10 มีหัวข้อการปรับปรุงการใช้พลังงาน		0-10	0	10
	2.3 ผู้บริหารได้กำหนดนโยบาย และให้พนักงานได้จัดตั้งกลุ่มย่อยในแต่ละแผนกเพื่อปรับปรุงการใช้พลังงาน เกณฑ์การให้คะแนน 0 ไม่มีนโยบาย 5 มีการจัดตั้งกลุ่มย่อยและขึ้นทะเบียน 10 มีการจัดตั้งกลุ่มย่อยและขึ้นทะเบียนทุกแผนกทั้งองค์กร		0-10	0	5
	2.4 กลุ่มย่อยในแต่ละแผนก ได้มีการประชุมกำหนดหัวข้อในการปรับปรุงการใช้พลังงาน เกณฑ์การให้คะแนน 0 ไม่มีการประชุม 5 ไม่มีหัวข้อการปรับปรุง การใช้พลังงาน 10 มีหัวข้อการปรับปรุง การใช้พลังงานและดำเนินการ		0-10	0	0
	2.5 ระบบสนับสนุนการผลิต (Utilities) ต่างๆ ได้จัดทำวิธีการปฏิบัติงานทุกระบบ และพนักงานผู้รับผิดชอบได้รับการฝึกอบรม (ดูประวัติการอบรม) เกณฑ์การให้คะแนน 0 ไม่มีการจัดทำวิธีการปฏิบัติงานและฝึกอบรมพนักงาน 5 มีการจัดทำวิธีการปฏิบัติงานและฝึกอบรมพนักงานบางระบบ 10 มีการจัดทำวิธีการปฏิบัติงานและฝึกอบรมพนักงานทุกระบบ		0-10	0	0
	Comment				

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
3	การวางแผนการอนุรักษ์พลังงานและการดำเนินการ	400		209	235
3.1	แผนผังพลังงาน (TSV Energy Chart)		0-15	0	15
	3.1.1 การแสดงระดับพลังงาน ณ แหล่งกำเนิดพลังงาน, ศักยภาพพลังงาน ก่อนเข้ากระบวนการ เกณฑ์การให้คะแนน 0 ไม่มีการจัดทำ Energy Chart 5 มีการแสดงศักยภาพพลังงาน (มากกว่า 80% ของกระบวนการทั้งหมด)		0-5	0	5
	3.1.2 การแสดงลักษณะการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ และค่าตัวแปรกระบวนการ เช่น การให้ความร้อนแปรรูปพลังงาน การตัด การกัด และอื่นๆ เกณฑ์การให้คะแนน 0 ไม่มีการจัดทำ Energy Chart 5 มีการแสดงการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์		0-5	0	5
	3.1.2 การแสดง ระดับศักยภาพพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ (ถ้ามี), ระดับพลังงานของเครื่องจักรหรือชิ้นงาน		0-5	0	5
	Comment				
3.2	แผนผังพลังงาน (TSV Energy Layout) ให้คะแนน 60% ถ้าไม่มีระบบ		0-15	9	11
	3.2.1 การแสดงระบบส่งถ่ายพลังงาน(ท่อ) ระบบลม เกณฑ์การให้คะแนน 0 ไม่มีการจัดทำ Energy layout 5 มีการแสดงขนาด ทิศทาง ครบถ้วน		0-5	3	3
	3.2.2 การแสดงระบบส่งถ่ายพลังงาน(ท่อ) ระบบน้ำเย็น Chiller, ระบบห้องเย็น หรือระบบน้ำหอผึ่ง Cooling เกณฑ์การให้คะแนน 0 ไม่มีการจัดทำ Energy layout 5 มีการแสดง ขนาด ทิศทาง ครบถ้วน		0-5	3	3
	3.2.3 การแสดงระบบส่งถ่ายพลังงาน(ท่อ) ระบบไอน้ำ(Steam) หรือระบบน้ำมันร้อนหรือน้ำ เกณฑ์การให้คะแนน 0 ไม่มีการจัดทำ Energy layout 5 มีการแสดง ขนาด ทิศทาง ครบถ้วน		0-5	3	5
	Comment				

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
3	การวางแผนการอนุรักษ์พลังงานและการดำเนินการ	400			
3.3	การลด ค่าศักยภาพพลังงาน (Energy Potential)		0-90	28	28
3.3.1	การลดค่าศักยภาพพลังงานของตัวแปรกระบวนให้มีค่าต่ำสุด (Process Parameter minimization)		0-40	0	0
	เกณฑ์การให้คะแนน 0 ไม่มีการพิจารณาปรับปรุงตัวแปรกระบวนการ 10 ไม่มีการพิจารณาปรับปรุงตัวแปรกระบวนการ แต่ระบบควบคุมตัวแปรกระบวนการทำงานสมบูรณ์ในทุกกระบวนการ 20 มีการพิจารณาปรับปรุงตัวแปรกระบวนการในบางกระบวนการ และระบบควบคุมตัวแปรกระบวนการทำงานไม่สมบูรณ์ในบางกระบวนการ 30 มีการพิจารณาปรับปรุงตัวแปรกระบวนการในบางกระบวนการ และระบบควบคุมตัวแปรกระบวนการ ทำงานสมบูรณ์ในทุกกระบวนการ 40 มีการพิจารณาปรับปรุงตัวแปรกระบวนการในทุกกระบวนการ และระบบควบคุมตัวแปรกระบวนการทำงานสมบูรณ์ในทุกกระบวนการ				
	Comment				
3.3.2	ระดับศักยภาพพลังงาน ณ แหล่งกำเนิดพลังงาน (Original Energy Potential : OEP) เทียบกับระดับศักยภาพก่อนเข้ากระบวนการ (Process Input Energy Potential : PEP) และค่าตัวแปรดำเนินการ (Process Parameter : PP)		0-50	28	28
	1. ระบบอัดอากาศ ได้มีการพิจารณาศักยภาพพลังงานให้เหมาะสมกับแต่ละกระบวนการ (ความดันที่ตั้งสูงกว่าที่จ่ายให้แต่ละกระบวนต้องการไม่เกิน 1 บาร์)		0-10	10	10
	2. ระบบน้ำร้อนได้มีการพิจารณาศักยภาพพลังงานให้เหมาะสมกับแต่ละกระบวนการ (ค่าตั้งอุณหภูมิ ณ แหล่งผลิต สูงกว่าที่แต่ละกระบวนต้องการไม่เกิน 10 ℃)		0-10	6	6
	3.ระบบน้ำเย็น (Chiller) หรือห้องเย็น ได้มีการพิจารณาศักยภาพพลังงานให้เหมาะสม กับแต่ละกระบวนการ (ค่าตั้งอุณหภูมิ ณ แหล่งผลิต ต่ำกว่าที่กระบวนต้องการไม่เกิน 5 ℉)		0-10	6	6
	4. ระบบไอน้ำ(Steam) ได้มีการพิจารณาศักยภาพพลังงานให้เหมาะสม กับแต่ละกระบวนการ (ความดันที่ตั้ง((เทียบอุณหภูมิ) สูงกว่าที่กระบวนต้องการไม่เกิน 1 บาร์)		0-10	0	0
	5. ระบบน้ำมันร้อน ได้มีการพิจารณาศักยภาพพลังงานให้เหมาะสม กับแต่ละกระบวนการ (ค่าตั้งอุณหภูมิ ณ แหล่งผลิต สูงกว่าที่แต่ละกระบวนต้องการไม่เกิน 20 ℃)		0-10	6	6
	หมายเหตุ ข้อ 3.3.2 ถ้าไม่มีระบบ ให้คะแนน 60% comment				

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
3	**การวางแผนการอนุรักษ์พลังงานและการดำเนินการ**	400			
3.4	**การเลือกชนิดพลังงาน (Energy Type)** **องค์กรต้องเลือกชนิดพลังงานให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้พลังงาน และแหล่งพลังงาน**		0-40	30	40
3.4.1	การให้พลังงานความร้อน (มีการใช้พลังงานไฟฟ้า ได้ 0 คะแนน ยกเว้นกระบวนการที่ไม่ให้เกิดการ Oxidation , ได้ 10 คะแนน ถ้าใช้พลังงานประเภทอื่น)		0-10	10	10
3.4.2	การเป่าลม (0 คะแนน มีกระบวนการที่ไม่ต้องการความดัน เกิน 2 บาร์ แต่ใช้อากาศอัด มาเป่าลม, ได้ 10 คะแนน ถ้าใช้อย่างถูกต้องทุกกระบวนการ)		0-10	0	10
3.4.3	ชนิดพลังงาน ให้ความร้อนตามระดับอุณหภูมิ (ได้ 0 คะแนน ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ต่อไปนี้ และได้ 10 คะแนน ถ้าได้ตามเกณฑ์ทุกกระบวนการ)		0-10	10	10
	- กระบวนการที่ให้ความร้อน ที่สูงกว่า 180 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนโดยตรง หรือให้ความร้อนผ่านระบบน้ำมันร้อน				
	- กระบวนการที่ให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 60-180 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนโดยตรง หรือให้ความร้อนผ่านระบบไอน้ำ				
	- การให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนในลักษณะโดยตรง หรือให้พลังงาน ด้วย Solar Heat หรือ Heat pump หรือ Heat Reclaim หรือไอน้ำ Flash				
3.4.4	ชนิดพลังงาน ระบายความร้อน (ได้ 0 คะแนน ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ต่อไปนี้ และได้ 10 คะแนน ถ้าได้ตามเกณฑ์ ทุกกระบวนการ)		0-10	10	10
	- การระบายความร้อนออกจากกระบวนการ ที่อุณหภูมิกระบวนการสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ต้องใช้การระบายความร้อนด้วยอากาศ หรือน้ำเย็นจากหอผึ่ง (Cooling Tower)				
	- การระบายความร้อนออกจากกระบวนการ ที่อุณหภูมิกระบวนการ 30-40 องศาเซลเซียส พิจารณาใช้น้ำเย็นจากหอผึ่ง (Cooling Tower)				
	- การระบายความร้อนออกจากกระบวนการ ที่อุณหภูมิกระบวนการต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส ใช้น้ำเย็นจัดจากเครื่องผลิตน้ำเย็น (Chiller)				
	Comment				

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
3	การวางแผนการอนุรักษ์พลังงานและการดำเนินการ	400			
3.5	(Energy & Resource Recovery)		0-50	12	22
	การประเมิน และวิเคราะห์โอกาสการนำกลับคืนพลังงานและทรัพยากร (Energy & Resource Recovery) ที่เหลือจากกระบวนการ เครื่องจักร หรือชิ้นงาน เช่น Condensate (ระบบไอน้ำ) ความร้อนเหลือทิ้งในกระบวนการ เช่น Flue Gas ทรัพยากรที่เหลือจากกระบวน เช่น มูลสัตว์ น้ำมันพืชที่เหลือจากการทอด อุณหภูมิด้านความร้อน หรือความเย็นของเครื่องจักร หรือชิ้นงาน ระบบอื่นๆ				
3.5.1	อุณหภูมิเครื่องจักรที่มีการให้พลังงานความร้อน (0 คะแนน มีเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีอุณหภูมิที่ผิวภายนอก เกิน 50 ℃ , 5 คะแนน ถ้าไม่เกิน 50 C)		0-5	0	0
3.5.2	ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน (0 คะแนน ถ้าชิ้นงานที่ออกจากกระบวนการ มีอุณหภูมิเกิน 150 ℃ และไม่มี การ Recovery, 5 คะแนน ถ้ามีการ Recovery		0-5	3	5
3.5.3	ความร้อนก๊าซเหลือทิ้งจากเตาอบ หรือ เตาเผา (Flue Gas) (ได้ 0 คะแนน ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ต่อไปนี้ และได้ 15 คะแนน ถ้าได้ตามเกณฑ์ ทุกกระบวนการ)		0-15	0	0
	- มีกระบวนการอื่นที่ใช้ความร้อนทิ้งเป็นอากาศป้อนได้ และองค์กรนำความร้อนนี้ไปใช้งาน				
	- มีกระบวนการอื่นที่ใช้ไอน้ำที่ผลิตจากก๊าซทิ้งได้ และองค์กรได้นำไปใช้				
	- มีกระบวนการอื่นที่ใช้ความเย็น หรือน้ำเย็นที่ผลิตจากก๊าซทิ้งได้ และองค์กรได้นำไปใช้ (ใช้ Absorption Chiller)				
3.5.4	น้ำร้อนเหลือจากกระบวนการ หรือน้ำร้อนระบายความร้อนจากกระบวนการ และสามารถนำไปใช้ยังกระบวนการอื่นได้ (0 คะแนน ถ้าน้ำร้อนที่ออกจากกระบวนการ มีอุณหภูมิสูงกว่ากระบวนการอื่นที่สามารถใช้ได้ และไม่มี การ Recovery , 5 คะแนน ถ้ามีการ Recovery		0-5	0	5
3.5.5	น้ำมัน หรือน้ำมันพืชที่เหลือจากกระบวนการ (0 คะแนน ถ้ามีเครื่องจักร หรือกระบวนการที่สามารถใช้ได้ แต่ไม่ใช้ เช่น แทนน้ำมันเตา, 10 คะแนน ถ้ามีการ Recovery)		0-5	3	3
3.5.6	น้ำเสีย หรือมูลสัตว์จากกระบวนการ (0 คะแนน ถ้าน้ำเสียมีศักยภาพ ผลิต Bio Gas ได้ แต่องค์กรไม่มี การ Recovery, 15 คะแนน ถ้ามีการ Recovery		0-15	9	9
	หมายเหตุ ถ้าไม่มีระบบ หรือองค์กรได้มีการประเมินผลการลงทุน และไม่คุ้มค่าการลงทุน				

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
	ภายใน 2 ปี ให้คะแนน 60% Comment				
3	การวางแผนการอนุรักษ์พลังงานและการดำเนินการ	400			
3.6	มาตรฐาน ระบบสนับสนุนต่างๆ	190			
3.6.1	มาตรฐานการใช้ระบบไฟฟ้า		0-25	20	20
	1. แรงดันไฟฟ้าหลังหม้อแปลงสูงไม่เกิน 395 volt และไม่ต่ำกว่า 380 volt (ผ่านเกณฑ์ 10 คะแนน ไม่ผ่าน 0) เวลาตรวจวัด 11.30 น. วัน 27 ธ.ค. 2551 (ควรวัด เวลา ประมาณ 13-14.30 น. วัน จันทร์ - ศุกร์) หม้อแปลง 1 ขนาด 250 kVA Rated 380 Ampare R 382 Volt S 384 Volt T 381 Volt หม้อแปลง 2 ขนาด 315 kVA Rated 480 Ampare R 379 Volt S 378 Volt T 379 Volt		0-10	10	10
	2. แรงดันไฟฟ้าตกในสายจ่ายไฟฟ้าสูงสุด ไม่เกิน 10 โวลท์ หรือ 2.5 % (ผ่านเกณฑ์ 10 คะแนน ไม่ผ่าน 0) จุดตรวจวัด R 382 Volt S 384 Volt T 381 Volt จุดตรวจวัด สายป้อนออกจากหม้อแปลง R 379 Volt S 378 Volt T 379 Volt		0-5	5	5
	3. ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor: PF) มีค่ามากกว่า 0.85 (ผ่านเกณฑ์ 10 คะแนน ไม่ผ่าน 0) บิลค่าไฟฟ้า เสียค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า = 750 บาท หม้อแปลง 1 PF = 0.73 หม้อแปลง 2 PF = 0.81		0-5	0	0
	4. ในกรณีที่ ชุดของหม้อแปลงที่ต่อเชื่อมกัน และจ่ายโหลดชุดเดียวกัน ต้องมีค่าโหลดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25 – 50 % บิลค่าไฟฟ้า ค่า Peak สูงสุด ช่วง Peak = 458.86 kW ช่วง Off Peak = 356.42 kW ช่วง H = 379.28 kW หม้อแปลง 1 กระแส 257 Ampare หม้อแปลง 2 กระแส Ampare (ในกรณีที่ ไม่มีหม้อแปลงที่เชื่อมกันได้ ให้คะแนน 60%) (ผ่านเกณฑ์ 10 คะแนน ไม่ผ่าน 0)		0-5	5	5
	Comment				

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
3.6.2	มาตรฐานการใช้ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง		0-10	10	10
	1. องค์การได้มีการพิจารณาใช้แสงธรรมชาติ		0-5	5	5
	2. ระดับความสว่าง (จากระบบไฟฟ้าแสงสว่าง) ได้ตามเกณฑ์		0-5	5	5
	Comment				
3	การวางแผนการอนุรักษ์พลังงานและการดำเนินการ	400			
3.6.3	มาตรฐานการใช้ ระบบอัดอากาศ		0-25	15	15
	1. ประสิทธิภาพ เครื่องอัดอากาศ (อากาศอัดที่ได้เทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้) ได้ตามเกณฑ์		0-10	0	0
	2. ประสิทธิภาพ การส่งพลังงานอากาศอัดในระบบท่อส่ง ได้สูงกว่า 90%		0-10	10	10
	3. ค่าตั้งความดันอากาศอัดสูงกว่าที่กระบวนการต้องการ ไม่เกิน 1 บาร์(ตามข้อ 3.3)				
	4. อุณหภูมิอากาศด้านดูดเข้าเครื่อง สูงกว่า อากาศ นอกห้องอัดอากาศในที่ร่ม ไม่เกิน 3 ^{o}C		0-5	5	5
	Comment				
3.6.4	มาตรฐานการใช้ ระบบปรับอากาศ และเครื่องทำน้ำเย็น (โรงงานที่ไม่มีระบบผลิตน้ำเย็น ให้คะแนน 60%)		0-60	36	36
	1. กำลังไฟฟ้า ต่อ ความสามารถทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น ตารางที่ 1 และ 2 Chiller 1 ชนิด ..... ขนาด ..... ระบบระบายความร้อน ..... EFF= .....kW/Ton Chiller 2 ชนิด ..... ขนาด ..... ระบบระบายความร้อน ..... EFF= .....kW/Ton		0-10	6	6
	2.ห้องปรับอากาศ ตั้งค่าอุณหภูมิควบคุม ไม่ต่ำกว่า 24 องศาเซลเซียส , กระบวนการพิเศษที่มีความจำเป็นต้อง ตั้งค่าต่ำกว่า		0-10	6	6
	3. ค่าตั้งอุณหภูมิน้ำเย็น (อยู่ใน ข้อ 3.3)			0	
	4. ค่าอุณหภูมิน้ำเย็น ก่อน เข้า AHU หรือ FCU หรือ Heat Exchanger สูงกว่า ที่ออกจากเครื่องผลิตน้ำเย็น ไม่เกิน 2^{o}F ทุกเครื่อง		0-10	6	6
	5. อุณหภูมิน้ำหอผึ่ง (Cooling Tower) ก่อนเข้าเครื่องผลิตน้ำเย็น สูงกว่าอุณหภูมิกระเปราะเปียก บริเวณหอผึ่ง ไม่เกิน 6 ^{o}F อุณหภูมิน้ำหอผึ่ง ก่อนเข้า Condenser = ...^{o}C .....^{o}F อุณหภูมิน้ำหอผึ่ง ในฉาด สูงสุด = ...^{o}C .....^{o}F ต่ำสุด = ...^{o}C .....^{o}F อุณหภูมิอากาศ บริเวณหอผึ่ง.....^{o}C .....^{o}F .....% RH >> Wet Bulb .....^{o}C .....^{o}F >> Wet Bulb + 6F = ...^{o}F		0-10	6	6
	6. อุณหภูมิน้ำขาด้าน Evaporator ต่ำกว่าอุณหภูมิน้ำเย็นที่ผลิตไม่เกิน 4 F		0-10	6	6

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
	Chiller 1 หมายเลขน้ำยา ..... อุณหภูมิน้ำเย็นที่ผลิต .....°F อุณหภูมิ น้ำ Condenser ด้านออก .....°F ความดัน ด้าน Low .....Psig อุณหภูมิ .....°F ความดัน ด้าน High .....Psig อุณหภูมิ .....°F Chiller 2 หมายเลขน้ำยา ..... อุณหภูมิน้ำเย็นที่ผลิต .....°F อุณหภูมิ น้ำ Condenser ด้านออก .....°F ความดัน ด้าน Low .....Psig อุณหภูมิ .....°F ความดัน ด้าน High .....Psig อุณหภูมิ .....°F				
	7. อุณหภูมิน้ำยาด้าน condensing สูงกว่าอุณหภูมิน้ำระบายความร้อน(Cooling Water) ไม่เกิน 6 F (น้ำ) หรือ 18 F (อากาศ) Chiller 1 ถ้าระบายความร้อนด้วยอากาศ ค่าอุณหภูมิ อากาศ = ...°F Chiller 2 ถ้าระบายความร้อนด้วยอากาศ ค่าอุณหภูมิ อากาศ = ...°F		0-10	6	6
	Comment				
3.6.5	มาตรฐานการใช้ ระบบไอน้ำและหม้อไอน้ำ		0-40	20	20
	1. ประสิทธิภาพ หม้อไอน้ำ สูงกว่า 75% สำหรับเชื้อเพลิงแข็ง 80% สำหรับเชื้อเพลิงเหลว 85% สำหรับเชื้อเพลิงก๊าซ หม้อไอน้ำ 1 ชนิด เชื้อเพลิง ชี้เถ้าย..... ประสิทธิภาพ ..... หม้อไอน้ำ 2 ชนิด เชื้อเพลิง ..... ประสิทธิภาพ		0-10	10	10
	2.ค่าตั้งความดันไอน้ำ(อุณหภูมิ) (ตามข้อ 3.3)				
	3. ปริมาณคอนเดนเสท (condensate) ส่งคืนหม้อไอน้ำสูงกว่า 90 % ปริมาณ คอนเดนเสทที่ ดึงกลับ ..... % อุณหภูมิน้ำ ป้อนหม้อไอน้ำ		0-10	0	0
	4. มีการนำ Flash steam มาใช้งานทั้งหมด นำ Flash steam มา ใช้ทำโดย		0-10	0	0
	5. ไอเสียทิ้ง (Flue gas) ไม่เกิน 220 C สำหรับเชื้อเพลิงแข็ง, 200 C สำหรับเชื้อเพลิงเหลว, 180 C สำหรับเชื้อเพลิง ก๊าซ ค่าอุณหภูมิไอเสียทิ้ง 70..... ° C		0-10	10	10
	6.บริเวณ ผิว ท่อ ไอน้ำ มีอุณหภูมิไม่เกิน 50 °C (ตามข้อ 3.5)				
	Comment				
3.6.6	มาตรฐานการใช้ ระบบผลิตน้ำมันร้อน		0-30	18	18

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
	1. ประสิทธิภาพ หม้อน้ำมันร้อน สูงกว่า 70% สำหรับเชื้อเพลิงแข็ง 75% สำหรับเชื้อเพลิงเหลว 80% สำหรับเชื้อเพลิงก๊าซ		0-10	6	6
	2 ค่าตั้งอุณหภูมิ น้ำมันร้อน สูงกว่า อุณหภูมิใช้งานของกระบวนการไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส (ตาม ข้อ 3.3)				
	3.น้ำมันร้อนก่อนเข้า เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) หรือกระบวนการที่ใช้น้ำมัน มีอุณหภูมิต่ำกว่า		0-10	6	6
	อุณหภูมิที่ออกจากเครื่องผลิตน้ำมันร้อน ไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส				
	4. ไอเสียทิ้ง (Flue gas) มีอุณหภูมิสูงกว่าค่าตั้งอุณหภูมิ น้ำมันร้อน ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส		0-10	6	6
	Comment				
4	การควบคุม การปฏิบัติงาน	200		31	80
4.1	การกำหนดผู้รับผิดชอบ เปิด – ปิดอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงาน และการดำเนินการในกรณีไฟฟ้าดับ		25	0	20
4.1.1	การเปิดปิดอุปกรณ์		15		10
	องค์กร มี การกำหนดผู้รับผิดชอบเปิด - ปิด อุปกรณ์เป็นลายลักษณ์อักษรครบทุกอุปกรณ์		0-5	0	0
	จากการสุ่มตรวจสอบ ผู้รับผิดชอบมีความเข้าใจ วิธีการเปิด-ปิดอุปกรณ์		0-5	0	5
	จากการสุ่มตรวจสอบ พบว่ามากกว่า 60 % เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ ต้องปิด ได้รับการปิดตามวิธีการเปิด-ปิด		0-5	0	5
4.1.2	การจัดทำและปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติในกรณีที่แหล่งพลังงาน หรือเครื่องจักรต้นกำลังขัดข้อง		10	0	10
	องค์กร มี การจัดทำและปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติในกรณีที่แหล่งพลังงาน หรือเครื่องจักรต้นกำลังขัดข้อง		0-5	0	5
	องค์กรมีการดำเนินการตาม ข้างต้น และพนักงานผู้รับผิดชอบมีความเข้าใจการปฏิบัติ ตามวัตถุประสงค์ระเบียบปฏิบัติ		0-5	0	5
	Comment				
4.2	การวิเคราะห์และประเมินโอกาสการเกิดการเดินเครื่องตัวเปล่า (Idle) และการควบคุมการเดินเครื่องตัวเปล่า		0-35	21	25
	องค์กร มี การวิเคราะห์และควบคุม การเดินเครื่องตัวเปล่า (Idle) มอเตอร์ พัดลมดูดอากาศ ปั๊มน้ำ ทุกเครื่อง		0-5	3	3
	องค์กร มี การวิเคราะห์และควบคุม การเดินเครื่องตัวเปล่า (Idle) เครื่องผลิตอากาศอัด (ให้เหมาะสมกับโหลด)		0-5	3	5

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
	องค์กร มี การวิเคราะห์และควบคุม การเดินเครื่องตัวเปล่า (Idle) เครื่องผลิตน้ำเย็น (ให้เหมาะสมกับโหลด)		0-5	3	3
	องค์กร มี การวิเคราะห์และควบคุม การเดินเครื่องตัวเปล่า (Idle) หอผึ่ง (ให้เหมาะสมกับโหลด)		0-5	3	3
	องค์กร มี การวิเคราะห์และควบคุม การเดินเครื่องตัวเปล่า (Idle) เครื่องผลิตไอน้ำ (ให้เหมาะสมกับโหลด)		0-5	3	5
	องค์กร มี การวิเคราะห์และควบคุม การเดินเครื่องตัวเปล่า (Idle) เครื่องผลิตน้ำมันร้อน (ให้เหมาะสมกับโหลด)		0-5	3	3
	องค์กร มี การวิเคราะห์และควบคุม การเดินเครื่องตัวเปล่า (Idle) เตาอบ (ให้เหมาะสมกับโหลด)		0-5	3	3
	หมายเหตุ ถ้าไม่มีระบบ ให้คะแนน 60% Comment				
4	การควบคุม การปฏิบัติงาน	200			
4.3	การจัดทำและปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติ กระบวนการขนส่ง จัดส่ง เคลื่อนย้าย		20	10	10
	องค์กรมีการวิเคราะห์กระบวนการขนส่ง จัดส่ง เคลื่อนย้าย เป็นลายลักษณ์อักษรครบทุกกระบวนการ		0-5	0	0
	องค์กรมีการวิเคราะห์กระบวนการขนส่ง จัดส่ง ที่เชื่อมโยงกับลูกค้า และได้มีการดำเนินการประสานงานลดต้นทุนในการขนส่ง		0-5	5	5
	องค์กร มี การวิเคราะห์กระบวนการขนส่ง จัดส่ง ที่เชื่อมโยงกับผู้ขาย และได้มีการดำเนินการประสานงานลดต้นทุนในการขนส่ง		0-5	5	5
	องค์กรมีการดำเนินการตามข้อข้างต้น และมีการจัดทำระเบียบปฏิบัติการควบคุม กระบวนการขนส่ง จัดส่ง เคลื่อนย้าย เป็นลายลักษณ์อักษร		0-5	0	0
	Comment				
4.4	การจัดทำและปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติ การใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยเลือกใช้งานเครื่องจักร อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงก่อน		20	0	0
	องค์กรมี ราชชื่อกลุ่มเครื่องจักรประเภทเดียวกัน และ มีการวัดประสิทธิภาพ พลังงาน ครบทุกกลุ่มเครื่องจักร เป็นลายลักษณ์อักษร		0-5	0	0
	องค์กรมีการดำเนินการตาม ข้างต้น และมีการจัดทำวิธีการปฏิบัติงานหรือระเบียบปฏิบัติ การใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงก่อน		0-5	0	0
	องค์กรมีการดำเนินการตามข้างต้น และสุ่มสอบถามผู้รับผิดชอบ มีความเข้าใจการปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ		0-10	0	0

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
	Comment				
4.5	การวางแผนการใช้ระบบสนับสนุนการผลิตให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต		25	0	0
	องค์กรมีการวิเคราะห์และประเมินระดับศักยภาพพลังงานที่จำเป็นต่อผลิตภัณฑ์ครบทุกชนิด เป็นลายลักษณ์อักษร		0-5	0	0
	องค์กรมีการดำเนินการตาม ข้างต้น และมีการจัดทำระเบียบปฏิบัติการตั้งค่าศักยภาพพลังงาน ระบบสนับสนุนการผลิตให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต		0-10	0	0
	องค์กรมีการดำเนินการตามข้างต้น และสุ่มสอบถามผู้รับผิดชอบมีความเข้าใจการปฏิบัติ ตามระเบียบปฏิบัติ		0-10	0	0
	Comment				
4	การควบคุม การปฏิบัติงาน	200			
4.6	การจัดทำและปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงาน		25	0	20
	องค์กร มีการจัดทำวิธีการปฏิบัติงาน ระเบียบปฏิบัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ ที่มีการใช้พลังงานเป็นลายลักษณ์ฯ		0-5	0	0
	องค์กรได้จัดทำแผนตรวจสอบ ซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานสูง เป็นลายลักษณ์อักษร		0-5	0	5
	องค์กรมีการดำเนินการตาม ข้างต้นและได้ปฏิบัติตามแผน ฯ เป็นลายลักษณ์อักษร		0-5	0	5
	องค์กรได้มีการจัดเก็บประวัติการซ่อมเมื่อเสีย และซ่อมบำรุงเครื่องจักรเป็นลายลักษณ์อักษร		0-10	0	10
	Comment				
4.7	การจัดทำและปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติการควบคุมการปรับเปลี่ยนกระบวนการ การเพิ่มกำลังผลิต		25	0	5
	องค์กรมีระเบียบปฏิบัติการควบคุมการปรับปรุงกระบวนการหรือการเพิ่มกำลังผลิต เป็นลายลักษณ์อักษร		0-5	0	0
	ระเบียบปฏิบัติการควบคุมการปรับปรุงกระบวนการหรือการเพิ่มกำลังผลิตระบุ ให้พิจารณาถึงความสูญเปล่าด้านพลังงาน		0-5	0	0
	องค์กรมีการดำเนินการตาม ข้างต้น และหนักงานผู้รับผิดชอบมีความเข้าใจการปฏิบัติ ตามวัตถุประสงค์ระเบียบปฏิบัติ		0-5	0	5

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
	องค์กรมีการดำเนินการตาม ข้างต้น และได้ปฏิบัติตามโดยมีตัวอย่างการปรับปรุงกระบวนการหรือเพิ่มกำลังการผลิต และพิจารณาความสูญเปล่าด้านพลังงานเป็นลายลักษณ์อักษร		0-10	0	0
	Comment				
4.8	การจัดทำและปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติการควบคุมการจัดซื้อ		25	0	0
	องค์กร มี ระเบียบปฏิบัติการจัดซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานเป็นลายลักษณ์อักษร		0-5	0	0
	ระเบียบปฏิบัติการจัดซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์ พิจารณาถึงต้นทุนและค่าใช่จ่ายในการใช้พลังงาน		0-5	0	0
	มีการดำเนินการตาม ข้างต้น และหนักงานจัดซื้อมีความเข้าใจการปฏิบัติตามวัตถุประสงค์การจัดซื้อ		0-5	0	0
	มีการดำเนินการตาม ข้างต้น และได้ปฏิบัติโดยมีตัวอย่างการจัดซื้อ และพิจารณาต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเป็นลายลักษณ์อักษร		0-10	0	0
	Comment				
5	การติดตาม การควบคุม ดัชนีพลังงาน และค่าพลังงานคาดหมาย (Energy Index & Expect Energy Monitoring &Controlling)	250		15	185
5.1	การติดตาม การควบคุม ประมาณค่าพลังงานไฟฟ้า และอื่นๆ โดยรวม		100	0	100
	องค์กร มีการประมาณ ค่าพลังงาน พลังงานไฟฟ้า โดยสร้าง สมการถดถอย แต่ยังไม่มีการประเมินความผิดปกติ การใช้พลังงาน (ตรวจค่าประมาณ และค่าพลังงานจริง)		0-30	0	30
	องค์กร มีการ ประมาณ ค่าพลังงาน พลังงานไฟฟ้า และมีการประเมินความผิดปกติการใช้พลังงาน (ตรวจค่าประมาณ และค่าพลังงานจริง)		0-30	0	30
	องค์กร มีการ ประมาณ ค่าพลังงาน พลังงานไฟฟ้า และมีการหาสาเหตุ และดำเนินการแก้ไขในกรณี ที่พบความผิดปกติการใช้พลังงาน		0-40	0	40
	Comment				
5.2	การติดตาม ตรวจวัด ควบคุม พลังงานที่มีลักษณะคงที่ เช่น การใช้พลังงานในสำนักงาน ฯลฯ		20	5	10
	องค์กรได้ติดตั้งมิเตอร์เพื่อวัดการใช้พลังงานคงที่บางจุด (5 คะแนน) ทุกจุด(10 คะแนน)		0-5	5	5
	องค์กรได้มีการวัดค่าพลังงานคงที่เทียบกับจำนวนวันทำงาน (ทำดัชนีวัดการใช้พลังงานคงที่) และได้จัดทำมาตรฐานการใช้พลังงานคงที่บางจุด (5 คะแนน) ทุกจุด (10 คะแนน)		0-5	0	5
	องค์กรได้กำหนดขอบเขตในการควบคุมพลังงานคงที่และติดตามควบคุมปรับปรุงการใช้พลังงาน (20 คะแนน)		0-10	0	0

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
	Comment				
5.3	**การติดตาม ตรวจวัด ควบคุมพลังงานที่มีลักษณะแปรผันโดยตรงกับการผลิต**		65	5	45
	องค์กรได้กำหนด กระบวนการ ผลผลิตของกระบวนการและมีติดตั้งมิเตอร์วัดการใช้พลังงาน บางกระบวนการ(5 คะแนน)ทุกกระบวนการ(15 คะแนน)		0-15	5	5
	องค์กรได้มีการวัดค่าพลังงานแปรผันเทียบกับผลผลิตหรือดัชนีพลังงานกระบวนการ(Process Energy Index) และองค์กรได้จัดทำมาตรฐานการใช้พลังงานเปรียบเทียบกับผลผลิตบางกระบวนการ (15 คะแนน) ทุกกระบวนการ (25 คะแนน)		0-25	0	15
	องค์กรได้กำหนดขอบเขตในการควบคุมเทียบกับผลผลิต และติดตามควบคุมปรับปรุงการใช้พลังงาน		0-25	0	25
	Comment				
5.4	การติดตาม ตรวจวัด ควบคุมพลังงานที่มีลักษณะแปรผันกับการผลิตในลักษณะสนับสนุนการผลิต		65	5	30
	องค์กรได้ติดตั้งมิเตอร์วัดการใช้พลังงานระบบสนับสนุนการผลิตบางระบบ (5 คะแนน) ทุกระบบ (15 คะแนน)		0-15	5	5
	องค์กรได้มีการหาความสัมพันธ์(Correlation) กับพลังงานที่มีลักษณะแปรผันโดยตรงกับผลผลิต และประมาณค่าการใช้พลังงานคาดหมาย(Expect Energy) ระบบสนับสนุนการผลิตบางระบบ (15 คะแนน) ทุกระบบ (25 คะแนน)		0-25	0	15
	องค์กรได้กำหนดขอบเขตควบคุมการใช้พลังงานคาดหมาย ระบบสนับสนุนการผลิตทุกระบบ ติดตามควบคุมปรับปรุงการใช้พลังงานติดตามควบคุมปรับปรุงการใช้พลังงาน (10 คะแนน) มีการดำเนินการแก้ไข ในกรณีที่พบความผิดปกติในการใช้พลังงาน (25 คะแนน)		0-25	0	10
	Comment				

หัวข้อ	หลักเกณฑ์การตรวจประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนย่อย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
6	**การทบทวนโดยฝ่ายบริหาร**	**75**		**0**	**30**
6.1	**คำเนินการประชุมทบทวนระบบการจัดการพลังงาน**		**20**	**0**	**10**
	องค์กรได้มีการประชุมทบทวนระบบการจัดการพลังงานและแต่ไม่ได้จัดทำรายงานการประชุมทุกครั้ง (10 คะแนน)				
	องค์กรได้มีการประชุมทบทวนระบบการจัดการพลังงานและได้จัดทำรายงานการประชุมทุกครั้ง (20 คะแนน)				
6.2	ประสิทธิผลการประชุมทบทวนการจัดการพลังงาน		**25**	**0**	**10**
	ผู้บริหารได้มีการประชุมแผนงาน มาตรการต่างๆ ด้านพลังงาน (10 คะแนน)				
	ผู้บริหารได้มีการประชุม ติดตามผล แผนการปรับปรุง มาตรการต่างๆ (25 คะแนน)				
6.3	ประสิทธิ ผลการประชุมทบทวนการติดตามการตรวจวัดการใช้พลังงาน		**30**	**0**	**10**
	ผู้บริหารได้มีการประชุมติดตามการตรวจวัดการใช้พลังงานบางตัวชี้วัด(10 คะแนน)				
	ผู้บริหารได้มีการประชุมติดตามการตรวจวัดการใช้พลังงานทุกตัวชี้วัด ตามบทที่ 5 (20 คะแนน)				
	ผู้บริหารได้มีการประชุม ติดตามตรวจวัดการใช้พลังงานทุกตัวและได้สั่งการดำเนินการแก้ไขในกรณีดัชนีไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด (30 คะแนน)				
	Comment				