การลดต้นทุนค่าดำเนินการโรงงานโดยการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
กรณีศึกษา : โรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า

นายสุชเซ็น นิยมเดชา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ISBN 974-14-3003-5
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FACTORY OVERHEAD COST REDUCTION THROUGH ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT : A CASE STUDY OF THE TRANSFORMER MANUFACTURING INDUSTRY

Mr. Hussen Niyomdecha

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

ISBN 974-14-3003-5

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดต้นทุนค่าดำเนินการโรงงานโดยการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า
โดย	นายสุชเชิน นิยมเดชา
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นายสุวิทย์ ธรรมเทวินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นายสุวิทย์ ธรรมเทวินทร์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปวีณา เชาวลิตวงศ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สมเกียรติ ตั้งจิตสิดเจริญ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุชเช็น นิยมเดชา : การลดต้นทุนค่าดำเนินการโรงงานโดยการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า. (FACTORY OVERHEAD COST REDUCTION THROUGH ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT : A CASE STUDY OF THE TRANSFORMER MANUFACTURING INDUSTRY) อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : คุณสุวิทย์ ธรรมเทวินทร์,313 หน้า. ISBN 974-14-3003-5.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาหาแนวทางการจัดการการใช้พลังงานอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาพบว่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตในโรงงานมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่โรงงานกำหนดทำให้ต้องดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในโรงงานให้ดีขึ้น โดยมีแนวทางการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานดังนี้

1. การปรับปรุงองค์กรให้สอดคล้องกับการจัดการด้านพลังงาน
2. การเผยแพร่นโยบายพลังงาน
3. ตรวจวัดการบริโภคพลังงานในส่วนงานต่างๆของโรงงาน
4. การคัดเลือกมาตรการหลักในการประหยัดพลังงาน
5. การจัดระบบการตรวจสอบและประเมินผลการใช้พลังงาน
6. การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและรับฟังข้อเสนอแนะจากพนักงานในการจัดการพลังงาน

จากการดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในโรงงานในการทำวิจัยครั้งนี้ ส่งผลให้โรงงานสามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเป้าหมายที่กำหนดขึ้นในโรงงาน โดยทราบได้จากอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ และอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณผลผลิต ERL. ที่มีค่าลดลงได้ตามมาตรฐานของโรงงาน ซึ่งจากการดำเนินงานปรับปรุงดังกล่าวส่งผลให้ต้นทุนอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิตลดลง 21.73% และอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณผลผลิต ERL. ลดลง 24.06% คิดเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ 4.15 ล้านบาท

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2549	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4670749621 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: ENERGY / CONSERVATION / MANAGEMENT / COST REDUCTION

HUSSEN NIYOMDECHA : FACTORY OVERHEAD COST REDUCTION THROUGH ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT : A CASE STUDY OF THE TRANSFORMER MANUFACTURING INDUSTRY. THESIS ADVISOR : PROFESSOR SIRIJAN TONGPRASERT, Ph.D., THESIS COADVISOR : SUVIT THAMMATEWIN, 313 pp. ISBN 974-14-3003-5.

The main objective of this thesis is to study and analyze the methods of energy management in efficiency energy saving process. The study revealed that the specific energy consumption is higher than standard guaranteed figures. In order to conserve the energy the following steps in energy management were carried out:

1. Improved organization that takes care of energy saving process.
2. Promoted policy in energy management.
3. Carried out energy audit for the whole plant.
4. Selected the suitable measures in energy saving process.
5. Monitored and evaluated the results form the measures implemental.
6. Promoted the participation and suggestion in energy saving from staff.

The energy management improvement of transformer manufacturing industry results including the energy utilization efficiency by reducing consumption for product and specific heat per unit ERL product. From these improvement processes, the specific electrical cost per unit of product is lower by 21.73%, and thermal cost per ERL unit is reduced by 24.06% and saving in energy cost is about 4.15 million baht.

Department.....:INDUSTRIAL ENGINEERING. Student's Signature.....

Field of Study.:INDUSTRIAL ENGINEERING.. Advisor's Signature.....

Academic Year.....2006..... Co-advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้ข้อแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ รวมทั้งแนวทางในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปวีณา เชาวลิตวงศ์ และ อาจารย์ ดร. สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ และได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและชัดเจน

ขอขอบคุณ คุณสุวิทย์ ธรรมเทวินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย จนสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณครอบครัวที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและให้กำลังใจดีๆเสมอมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฎ

สารบัญภาพ.....ณ

คำอธิบายสัญลักษณ์.....ถ

บทที่ 1 : บทนำ.....1

1.1 บทนำ.....3

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....4

1.2.1 ปัญหาที่พบในปัจจุบัน.....5

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....5

1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....6

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....6

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....6

บทที่ 2 : ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

2.1 การสำรวจทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....7

2.1.1 การจัดการพลังงาน.....7

2.1.2 การประหยัดพลังงาน.....10

2.1.3 สมรรถภาพพลังงานของโรงงาน.....16

2.2 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....19

บทที่ 3 : การศึกษาและวิเคราะห์สภาพปัญหาทั่วไปในการจัดการด้านพลังงาน.....25

3.1 สภาพโดยทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง.....25

3.1.1 ประวัติความเป็นมาและภูมิหลังขององค์กร.....25

3.1.2 ลักษณะทั่วไปขององค์กร.....26

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.3 ผลิตภัณฑ์....28
3.1.4 กระบวนการผลิต....30
3.1.5 การใช้พลังงาน....32
3.2 การบริหารการจัดการในการใช้พลังงานในอดีต....35
3.3 การบริหารการจัดการในการใช้พลังงานในช่วงแรก (7 เดือนแรก ปี 2548)....39
3.4 ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้น (ก่อนการปรับปรุง)....47
3.4.1 ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานไฟฟ้า....47
3.4.2 ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานความร้อน....48

บทที่ 4 : การศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานและความสูญเสียที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน....50
4.1 การศึกษาการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่าง....50
4.1.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานตัวอย่าง....51
4.1.2 การใช้พลังงานความร้อนของโรงงานตัวอย่าง....59
4.2 วิเคราะห์สาเหตุของความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้น....63

บทที่ 5 : แนวทางการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน....67
5.1 การปรับปรุงองค์กรให้สอดคล้องกับการจัดการด้านพลังงาน....69
5.2 การเผยแพร่นโยบายพลังงาน....71
5.2.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข....75
5.3 การคัดเลือกมาตรการหลักในการจัดการพลังงาน....77
5.4 แนวทางการจัดการพลังงานทางด้านพลังงานไฟฟ้า....80
5.5 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลง....84
5.5.1 การปลดแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงขณะไม่มีโหลด....88
5.5.2 การย้ายโหลดของหม้อแปลงที่มีโหลดน้อยมารวมกันเพื่อเพิ่มโหลดแฟคเตอร์....89
5.5.3 การปรับแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ระดับเหมาะสม....91

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.5.4 การปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในหม้อแปลง.....93
5.5.5 การเลือกซื้อหม้อแปลงชนิดประสิทธิภาพสูงและมีขนาดเหมาะสม กับโหลด.....97
5.6 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ.....98
5.6.1 มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศโดยรวม.....104
5.6.2 มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ ของสำนักงาน(GA).....105
5.6.3 มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของอาคาร วิศวกรรม(ENG).....110
5.6.4 มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของ แผนก PRD-1.....117
5.6.5 มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของ แผนก PRD-2.....121
5.7 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ.....128
5.8 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง.....135
5.8.1 การเลือกใช้หลอดที่มีประสิทธิภาพสูง.....135
5.8.2 การเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีประสิทธิภาพสูง.....137
5.8.3 การลดปริมาณการใช้ลง.....139
5.8.4 การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ.....143
5.9 แนวทางการจัดการพลังงานทางด้านความร้อน.....145
5.9.1 การวิเคราะห์เตาให้ความร้อนของเตาอบ.....146
5.9.2 แนวทางการแก้ไขการสูญเสียเนื่องจากเตาเผาให้ความร้อน.....150
5.9.3 การคำนวณปริมาณความร้อนสูญเสียที่ลดลงของเตาอบ.....151
5.10 การจัดระบบการตรวจสอบและประเมินผลการใช้พลังงาน.....153
5.11 การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและรับฟังข้อเสนอแนะจากพนักงานในการจัดการ พลังงาน.....157

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 6 : เปรียบเทียบและประเมินผลการวิจัย.....159
6.1 การเปรียบเทียบและประเมินผลทางด้านพลังงานไฟฟ้า.....159
6.2 การเปรียบเทียบและการประเมินผลด้านพลังงานความร้อน.....163
6.3 การเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้งานพลังงาน 168

บทที่ 7 : สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....169
7.1 สรุปผลการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน.....169
7.2 ข้อเสนอแนะ.....170
7.2.1 ข้อเสนอแนะด้านพลังงานไฟฟ้า.....170
7.2.2 ข้อเสนอแนะด้านพลังงานความร้อน.....171
7.3 ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย.....172
รายการอ้างอิง.....173
ภาคผนวก…….....176
ภาคผนวก ก. สรุปการใช้พลังงาน และผลผลิต ปี 2544 - 2546.....177
ภาคผนวก ข. การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงาน และสมรรถภาพพลังงานของโรงงาน ปี 2547 – ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548.....193
ภาคผนวก ค. อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.).....213
ภาคผนวก ง. มาตรการประหยัดพลังงาน และผลการลงทุนโครงการต่างๆในโรงงานตัวอย่าง.....218
ภาคผนวก จ. ผลการปรับปรุงการจัดการพลังงาน (สิงหาคม 2548- กุมภาพันธ์ 2549)...300
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....313

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ค่าการใช้พลังงานทั้งหมดต่อหน่วยผลผลิต.....4
ตารางที่ 3.1 กำลังการผลิตของโรงงานแบ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์.....26
ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าปี 2547 กับอัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐาน.....36
ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนปี 2547 กับอัตราค่าใช้จ่าย มาตรฐาน.....37
ตารางที่ 3.4 สมรรถภาพพลังงานช่วง 7 เดือนแรกปี 2548 เปรียบเทียบกับ ปี 2547.....42
ตารางที่ 3.5 สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้าช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 (ก่อนทำการปรับปรุง).....44
ตารางที่ 3.6 สรุปผลผลิตแผนกPRD-1 (ERL) การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 (ก่อนทำการปรับปรุง).....45
ตารางที่ 3.7 อัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นช่วง 7 เดือนแรกปี 2548 เปรียบเทียบกับมาตรฐาน.....47
ตารางที่ 3.8 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นช่วง 7 เดือนแรกปี 2548 เปรียบเทียบกับมาตรฐาน.....48
ตารางที่ 4.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามแผนก ในเดือน มิถุนายน 2548.....51
ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์กำลังไฟฟ้าแยกตามสถานที่และอุปกรณ์..... 52
ตารางที่ 4.3 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548..... 56
ตารางที่ 4.4 สัดส่วนการใช้พลังงานความร้อน.....59
ตารางที่ 5.1 ผลการสำรวจจำนวนพนักงานที่เข้ารับการฝึกอบรมในเดือน กรกฎาคม 2548.....75
ตารางที่ 5.2 ผลการสำรวจจำนวนพนักงานที่เข้ารับการฝึกอบรมในเดือน กันยายน 2548.....76
ตารางที่ 5.3 แผนงานหลักคณะกรรมการจัดการพลังงานปี 2548.....78
ตารางที่ 5.4 แผนงานหลักคณะอนุกรรมการจัดการพลังงานปี 2548.....79
ตารางที่ 5.5 ข้อมูลการใช้งานของหม้อแปลง.....86
ตารางที่ 5.6 ข้อมูลทางเทคนิคของหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส.....87
ตารางที่ 5.7 สรุปผลการดำเนินงานการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลง.....97
ตารางที่ 5.8 ค่ามาตรฐานของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ.....101

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 5.9 ค่ามาตรฐานของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ.....101
ตารางที่ 5.10 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์.....102
ตารางที่ 5.11 สัดส่วนเครื่องปรับอากาศในโรงงาน.....103
ตารางที่ 5.12 สัดส่วนเครื่องปรับอากาศในอาคารสำนักงาน(GA.)……..……..106
ตารางที่ 5.13 ผลการวัดค่าเครื่องปรับอากาศในอาคารสำนักงาน(GA.)…….....107
ตารางที่ 5.14 สัดส่วนเครื่องปรับอากาศในอาคารวิศวกรรม(ENG.)……...111
ตารางที่ 5.15 ผลการวัดค่าเครื่องปรับอากาศในอาคารวิศวกรรม(ENG.)……112
ตารางที่ 5.16 สัดส่วนเครื่องปรับอากาศ ENG.2nd, FLOOR เมื่อตัด CODE 11 และ 13 ออก.....113
ตารางที่ 5.17 ผลการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศ CODE 21……..……115
ตารางที่ 5.18 สัดส่วนเครื่องปรับอากาศในแผนก PRD-1.....118
ตารางที่ 5.19 ผลการวัดค่าเครื่องปรับอากาศที่ไม่มีประสิทธิภาพในแผนก PRD-1……119
ตารางที่ 5.20 ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ Server Room……..120
ตารางที่ 5.21 ราคาเครื่องปรับอากาศที่ใช้เปลี่ยนใน Server Room…….120
ตารางที่ 5.22 สัดส่วนเครื่องปรับอากาศ PRD-2…….122
ตารางที่ 5.23 ข้อมูล PS.PROD ฝ่ายซ่อมบำรุง.....123
ตารางที่ 5.24 ข้อมูลเสนอเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ.....124
ตารางที่ 5.25 ข้อมูลเครื่องปรับอากาศที่เปลี่ยนเพิ่ม.....125
ตารางที่ 5.26 ข้อเสนอราคาตัวแทนจำหน่ายเครื่องปรับอากาศ.....125
ตารางที่ 5.27 สรุปผลการดำเนินงานการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ.....127
ตารางที่ 5.28 ข้อมูลเครื่องอัดอากาศ.....129
ตารางที่ 5.29 สรุปผลการดำเนินงานการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ.....134
ตารางที่ 5.30 เปลี่ยนหลอด TL-D 36W/54 เป็นหลอด CLICK-2- SAVE(C25)……136
ตารางที่ 5.31 เปรียบเทียบบัลลาสต์.....137
ตารางที่ 5.32 เปลี่ยน MAGNETIC BALLAST เป็น LOWLOSS BALLAST……...138
ตารางที่ 5.33 ปิดไฟลดการใช้พลังงาน.....140
ตารางที่ 5.33 ปิดไฟลดการใช้พลังงาน (ต่อ).....141
ตารางที่ 5.33ปิดไฟลดการใช้พลังงาน (ต่อ) 142

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 5.34 สรุปผลการปิดไฟลดพลังงาน....142
ตารางที่ 5.35 สรุปผลการดำเนินงานการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ....144
ตารางที่ 6.1 อัตราการใช้พลังงานและค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุง....159
ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงกับมาตรฐาน....161
ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงกับมาตรฐาน....162
ตารางที่ 6.4 อัตราการใช้พลังงานความร้อนหลังการปรับปรุง....164
ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบอัตราค่าพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุงกับมาตรฐาน....166
ตารางที่ 6.6 เปรียบเทียบอัตราค่าพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุงกับมาตรฐาน....167
ตารางที่ 6.7 สมรรถภาพพลังงานหลังทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับปี 2547....168
ตารางที่ ก-1 การใช้พลังงานและผลผลิต ปี 2544....178
ตารางที่ ก-1 การใช้พลังงานและผลผลิต ปี 2544 (ต่อ)....179
ตารางที่ ก-1 การใช้พลังงานและผลผลิต ปี 2544 (ต่อ)....180
ตารางที่ ก-2 สรุปผลผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2544....181
ตารางที่ ก-3 สรุปผลผลิตแผนกPRD-1 (ERL) และการใช้พลังงานความร้อน (LPG) ปี 2544..182
ตารางที่ ก-4 การใช้พลังงานและผลผลิต ปี 2545....183
ตารางที่ ก-4 การใช้พลังงานและผลผลิต ปี 2545 (ต่อ)....184
ตารางที่ ก-4 การใช้พลังงานและผลผลิต ปี 2545 (ต่อ)....185
ตารางที่ ก-5 สรุปผลผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2545....186
ตารางที่ ก-6 สรุปผลผลิตแผนกPRD-1 (ERL) และการใช้พลังงานความร้อน (LPG) ปี 2545..187
ตารางที่ ก-7 การใช้พลังงานและผลผลิต ปี 2546....188
ตารางที่ ก-7 การใช้พลังงานและผลผลิต ปี 2546 (ต่อ)....189
ตารางที่ ก-7 การใช้พลังงานและผลผลิต ปี 2546 (ต่อ)....190
ตารางที่ ก-8 สรุปผลผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2546....191
ตารางที่ ก-9 สรุปผลผลิตแผนกPRD-1 (ERL) และการใช้พลังงานความร้อน (LPG) ปี 2546..192
ตารางที่ ก-10 การแปลงหน่วยทางความร้อน....192
ตารางที่ ข-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย ปี 2547....193
ตารางที่ ข-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย ปี 2547 (ต่อ)....194

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ข-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย ปี 2547 (ต่อ).....195
ตารางที่ ข-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย ปี 2547 (ต่อ).....196
ตารางที่ ข-2 สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้า ปี 2547.....197
ตารางที่ ข-3 สรุปผลผลิตแผนกPRD-1 (ERL) การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ปี 2547.....198
ตารางที่ ข-4 การใช้พลังงาน ผลผลิตและค่าใช้จ่ายช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548.....199
ตารางที่ ข-4 การใช้พลังงาน ผลผลิตและค่าใช้จ่ายช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 (ต่อ).....200
ตารางที่ ข-4 การใช้พลังงาน ผลผลิตและค่าใช้จ่ายช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 (ต่อ).....201
ตารางที่ ข-4 การใช้พลังงาน ผลผลิตและค่าใช้จ่ายช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 (ต่อ).....202
ตารางที่ ข-5 สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้าช่วง 7 เดือนแรก ปี2548.....203
ตารางที่ ข-6 สรุปผลผลิตแผนกPRD-1 (ERL) การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548.....204
ตารางที่ ข-7 อัตราการใช้พลังงานที่เกิดขึ้น ปี 2547- ช่วง 7 เดือนแรก.....205
ตารางที่ ข-8 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้น ปี 2547 – 2548.....
ตารางที่ ง-1 มาตรการด้านประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน.....218
ตารางที่ ง-1 มาตรการด้านประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน (ต่อ).....219
ตารางที่ ง-1 มาตรการด้านประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน (ต่อ).....220
ตารางที่ ง-1 มาตรการด้านประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน (ต่อ).....221
ตารางที่ ง-1 มาตรการด้านประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน (ต่อ).....222
ตารางที่ ง-1 มาตรการด้านประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน (ต่อ).....223
ตารางที่ ง-1 มาตรการด้านประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน (ต่อ).....224
ตารางที่ ง-2 ปริมาณและกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน.....227
ตารางที่ ง-2 ปริมาณและกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน (ต่อ).....228
ตารางที่ ง-2 ปริมาณและกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน (ต่อ).....229
ตารางที่ ง-2 ปริมาณและกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน (ต่อ).....230
ตารางที่ ง-2 ปริมาณและกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน (ต่อ).....231
ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด.....232

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด (ต่อ).....233
ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด (ต่อ).....234
ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด (ต่อ).....235
ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด (ต่อ).....236
ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด (ต่อ).....237
ตารางที่ ง-4 เกณฑ์ประเมินผลการตรวจสอบการใช้พลังงาน.....295
ตารางที่ ง-4 เกณฑ์ประเมินผลการตรวจสอบการใช้พลังงาน (ต่อ).....296
ตารางที่ ง-4 เกณฑ์ประเมินผลการตรวจสอบการใช้พลังงาน (ต่อ).....297
ตารางที่ ง-5 เป้าหมายการบริหารค่าไฟฟ้า.....298
ตารางที่ จ-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่ายช่วงปี 2548 – 2549 (หลังการปรับปรุง).....300
ตารางที่ จ-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย
ช่วงปี 2548 – 2549 (หลังการปรับปรุง) (ต่อ).....301
ตารางที่ จ-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย
ช่วงปี 2548 – 2549 (หลังการปรับปรุง) (ต่อ).....302
ตารางที่ จ-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย
ช่วงปี 2548 – 2549 (หลังการปรับปรุง) (ต่อ).....303
ตารางที่ จ-2 สรุปผลผลิต การใช้พลังงานและค่าไฟฟ้า
ช่วงปี 2548 – 2549 (หลังการปรับปรุง).....304
ตารางที่ จ-3 สรุปผลผลิตแผนกPRD-1 (ERL) การใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน
ช่วงปี 2548 – 2549 (หลังการปรับปรุง).....305
ตารางที่ จ-4 สรุปค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้หลังจากทำการปรับปรุง.....306
ตารางที่ จ-5 สรุปค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (LPG) ที่ประหยัดได้หลังทำการปรับปรุง..307

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายสาขา……..….....2
รูปที่ 1.2 ค่าการใช้พลังงานทั้งหมดต่อหน่วยผลผลิต (MJ/UNIT).....…….4
รูปที่ 3.1 แผนผังโครงสร้างองค์กรของโรงงานตัวอย่าง.....27
รูปที่ 3.2 หม้อแปลง ERL นำไปใช้ในเตาอบไมโครเวฟ..... 28
รูปที่ 3.3 หม้อแปลง TR นำไปใช้กับ วิทยุ เทป เครื่องเล่นวีดิโอ..... 28
รูปที่ 3.4 หม้อแปลง SBT นำไปใช้กับ เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ เครื่องถ่ายเอกสาร..... 29
รูปที่ 3.5 หม้อแปลง SWT ความถี่สูง นำไปใช้กับมือถือ คอมพิวเตอร์..... 29
รูปที่ 3.6 แผงวงจร PSU นำไปใช้กับแฟกซ์ โมเด็ม พรินเตอร์..... 29
รูปที่ 3.7 แผนภาพการไหลของพลังงานไฟฟ้า..... 33
รูปที่ 3.8 ตำแหน่งการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า..... 33
รูปที่ 3.9 แผนภาพการไหลของพลังงานความร้อนจากก๊าซ LPG ในแผนก PRD-1..... 34
รูปที่ 3.10 แผนภาพการไหลของพลังงานจากน้ำมันดีเซล ในแผนก PRD-1..... 34
รูปที่ 3.11 สัดส่วนค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของโรงงานตัวอย่าง ปี2547..... 35
รูปที่ 3.12 โครงสร้างองค์กรการจัดการด้านพลังงานของโรงงานตัวอย่าง (ในช่วงแรก)..... 40
รูปที่ 3.13 กราฟอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยเปรียบเทียบกับมาตรฐาน (ก่อนปรับปรุง)……. 46
รูปที่ 3.14 กราฟอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อหน่วย ERL เปรียบเทียบกับมาตรฐาน (ก่อนปรับปรุง)..... 46
รูปที่ 4.1 เตาอบให้ความร้อนในกระบวนการอบหม้อแปลง.....60
รูปที่ 4.2 หม้อแปลงสกปรกที่เกิดจากผงฝุ่นเกาะตามแผ่นเหล็กและแกนเหล็ก.....61
รูปที่ 4.3 ทำการเจาะรูปล่องระบายความร้อนเพื่อหาค่าปริมาณ O_2 และCO.....62
รูปที่ 4.4 แผนภูมิวิเคราะห์สาเหตุค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูง…….....64
รูปที่ 5.1 Flow Chart แสดงขั้นตอนการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการด้านพลังงาน …...68
รูปที่ 5.2 แผนภูมิโครงสร้างคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงาน……..…..70
รูปที่ 5.3 นโยบายพลังงานของโรงงานตัวอย่าง.....…….....72
รูปที่ 5.3 นโยบายพลังงานของโรงงานตัวอย่าง (ต่อ).....……...73
รูปที่ 5.4 นโยบายอนุรักษ์พลังงานของโรงงานตัวอย่าง.....…….....74

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.5 มิเตอร์บันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าชนิด TOD.....80
รูปที่ 5.6 สายไฟฟ้าแรงสูงที่จ่ายเข้าหม้อแปลง.....81
รูปที่ 5.7 ตู้ Main Distribution Board (MDB).....81
รูปที่ 5.8 Breaker ที่อยู่ในตู้ MDB.....82
รูปที่ 5.9 Breaker ที่อยู่ในตู้สาขา.....82
รูปที่ 5.10 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียในแกนเหล็กในทองแดงและประสิทธิภาพของหม้อแปลง 85
รูปที่ 5.11 ระบบจ่ายไฟของหม้อแปลงไฟฟ้า.....86
รูปที่ 5.12 แผนภูมิเวกเตอร์ของการปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์.....93
รูปที่ 5.13 วงจรเครื่องทำความเย็น.....98
รูปที่ 5.14 พลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ.....99
รูปที่ 5.15 ระบบปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ.....100
รูปที่ 5.16 ระบบปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ.....100
รูปที่ 5.17 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์.....102
รูปที่ 5.18 สัดส่วนเครื่องปรับอากาศแยกตามอาคาร.....103
รูปที่ 5.19 เปลี่ยนเทอร์โมสตัทเป็นแบบอิเลคทรอนิกส์.....108
รูปที่ 5.20 การเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ.....114
รูปที่ 5.21 เตรียมทำการวัดค่าต่างๆของเครื่องปรับอากาศ.....114
รูปที่ 5.22 สภาพ Condensing Unit ห้องอบรม.....115
รูปที่ 5.23 สัดส่วนเครื่องปรับอากาศแผนก PRD-2.....122
รูปที่ 5.24 ระบบอัดอากาศและอุปกรณ์.....128
รูปที่ 5.25 รอยรั่ว ก่อน-หลัง การปรับปรุง.....131
รูปที่ 5.26 รอยรั่วขนาดใหญ่.....133
รูปที่ 5.27 เตาเผาความร้อน.....145
รูปที่ 5.28 เอกสารมาตรฐานตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่.....155
รูปที่ 5.28 เอกสารมาตรฐานตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ (ต่อ).....156

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.29 เอกสารมาตรฐานแนะนำการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่.....158
รูปที่ 6.1 อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบกับมาตรฐาน.....160
รูปที่ 6.2 อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตหลังทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับเป้าหมาย.....161
รูปที่ 6.3 กราฟเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุง.....163
รูปที่ 6.4 อัตราการใช้พลังงานความร้อนเทียบกับมาตรฐาน.....164
รูปที่ 6.5 อัตราค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยหลังทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับเป้าหมาย.....165
รูปที่ 6.6 กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนก่อนและหลังการปรับปรุง.....167

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
PSU.	หน่วยจ่ายพลังงานหลัก	-
KWh.	หน่วยพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ x ชั่วโมง)	ยูนิต
TOD.	ระบบการคิดค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน	-
TOU.	ระบบการคิดค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้	-
Peak.(On-Peak)	ช่วงการใช้ไฟฟ้าเวลา 18.30 น. – 21.30 น.	-
Partial Peak	ช่วงการใช้ไฟฟ้าเวลา 08.00 น. – 18.30 น.	-
Off-Peak	ช่วงการใช้ไฟฟ้าเวลา 21.30 น. – 08.00 น.	-
Cu.	การสูญเสียกำลังไฟฟ้าในลวดทองแดง	วัตต์
FE.	การสูญเสียกำลังไฟฟ้าในแกนเหล็ก	วัตต์
Eddy Current Losses	การสูญเสียกระแสไหลวนในหม้อแปลง	แอมแปร์
EER	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ	-
Amp.	หน่วยของกระแสไฟฟ้า	แอมแปร์
P.F.	ตัวประกอบกำลัง	-
CAP.	ขนาดความจุเครื่องปรับอากาศ	Btu.

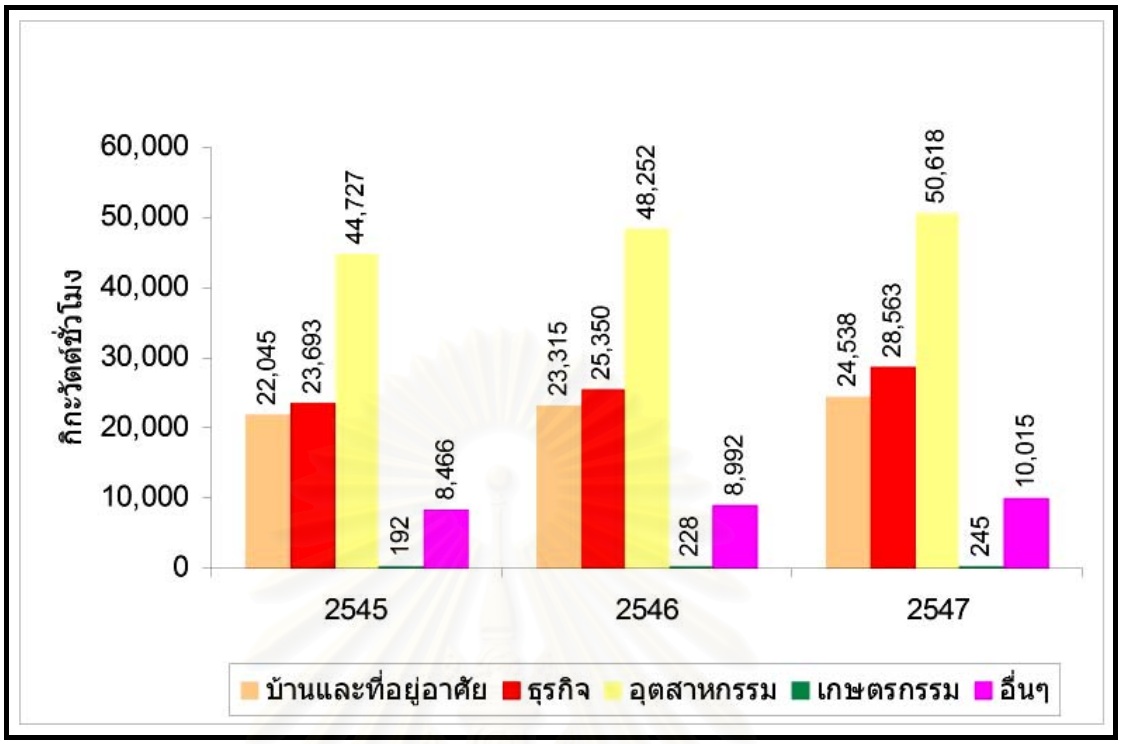
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

คงเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า ปัจจุบันปัญหาวิกฤติด้านพลังงานมีอยู่เกือบทุกแห่งทั่วโลก ทำให้ทุกประเทศมีความตื่นตัวในการวิจัย ค้นคว้าหรือเสาะหาแหล่งพลังงานทดแทน และรณรงค์ประหยัดพลังงาน โดยอาศัยหลักวิชาการหรือนโยบายประกอบเข้าด้วยกันในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะประเทศที่ยังต้องนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ เช่นประเทศไทยเป็นต้น

พลังงานเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิตหรืออุตสาหกรรมการบริการ โดยทั่วไปโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้พลังงานใน 2 รูปแบบ คือ พลังงานไฟฟ้า และ พลังงานจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ โดยมีสัดส่วนการใช้งานที่แตกต่างกันตามแต่ละประเภทของอุตสาหกรรม และโดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าถือว่าเป็นพลังงานหลักที่ใช้ในการผลิตของอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท ข้อมูล สถานการณ์นโยบายและมาตรการพลังงานของไทย 2547 ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, สนพ. กระทรวงพลังงาน [1] ระบุว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศอยู่ที่ระดับ 113,979 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากปีก่อน 7,841 กิกะวัตต์ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 7.4 ซึ่งประกอบด้วยการใช้ในเขตนครหลวง 38,931 กิกะวัตต์ชั่วโมง หรือขยายตัวร้อยละ 4.8 ในเขตภูมิภาค 72,920 กิกะวัตต์ชั่วโมง หรือขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.8 และการใช้ของลูกค้าโดยตรงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) อยู่ที่ 2,128 กิกะวัตต์ชั่วโมง หรือขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.2 และเมื่อพิจารณาปริมาณการใช้ไฟฟ้าในรายสาขาจากรูปที่ 1.1 พบว่า ทุกสาขามีการใช้เพิ่มขึ้น โดยสัดส่วนการใช้ในสาขาอุตสาหกรรมมีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศหรืออยู่ที่ระดับ 50,618 กิกะวัตต์ชั่วโมง ซึ่งขยายตัวจากปีที่ผ่านมาร้อยละ 4.9 ส่วนสาขาธุรกิจ บ้านและที่อยู่อาศัย สาขาเกษตรกรรม และสาขาอื่นๆ มีการขยายตัวเป็นร้อยละ 12.7, 5.3, 7.7 และ 11.4 ตามลำดับ



รูปที่ 1.1 *ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายสาขา [1]*

ในปี 2535 เป็นต้นมา ได้เกิดวิกฤตการณ์อ่าวเปอร์เซียขึ้น ส่งผลกระทบให้ทั่วโลกเกิดปัญหาด้านพลังงาน รัฐบาลได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุด จึงเริ่มมีการออกพระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานฉบับแรกขึ้นเมื่อวันที่ 2 เมษายน 2535 คือ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 และได้ออกพระราชกฤษฎีกา และ กฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานตามมาอีก เช่น พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ.2538 และกฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม พระราชกฤษฎีกากำหนดโรงงานควบคุม พ.ศ.2540 และกฎกระทรวงฉบับที่ 5 (พ.ศ.2540) เป็นต้น

เนื้อหาโดยทั่วไปในกฎหมายคือกำหนดให้โรงงานควบคุมทำแผนการอนุรักษ์พลังงานโดยจัดให้มีผู้รับผิดชอบการอนุรักษ์พลังงานประจำโรงงานหรืออาคาร ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นไปตามมาตรการหรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อเสนอให้กับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ทุกปี นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมให้โรงงานหรืออาคารควบคุมสามารถขอรับการส่งเสริมจากรัฐบาล โดยอาศัยกองทุนเพื่อการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

1.1 บทนำ

พลังงานจัดเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ วิกฤตราคาน้ำมันในปัจจุบันที่ขึ้นสูงสุด ทำให้ราคาพลังงานทุกชนิดสูงขึ้นมากไม่ว่าจะเป็นไฟฟ้า น้ำมันเตา ก๊าซธรรมชาติรวมทั้งก๊าซปิโตรเลียมเหลว Liquefied Petroleum Gases (LPG) ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอบของอุตสาหกรรมผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า ส่งผลกระทบให้ต้นทุนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมสูงขึ้นตามไปด้วย การลดต้นทุนการผลิตเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถตั้งราคาของผลิตภัณฑ์ให้สามารถอยู่ได้ในสภาวะที่มีการแข่งขันทางด้านการตลาดอย่างสูงนี้ วิธีการหนึ่งที่สามารถลดต้นทุนการผลิตลงและสามารถทำอย่างได้ผลคือ การจัดการพลังงาน โดยกิจกรรมการประหยัดพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการพลังงาน

การจัดการด้านพลังงานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตในโรงงานได้อย่างดี เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงาน ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตของโรงงานไม่สูงกว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้แล้วการจัดการด้านพลังงานยังทำให้เราสามารถใช้พลังงานทุกรูปแบบให้เกิดประโยชน์ได้อย่างสูงสุด ซึ่งจะเป็นการช่วยรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดไว้เพื่อให้มีใช้ได้นานที่สุดอีกด้วย

โรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าถือเป็น อุตสาหกรรมการผลิตหนึ่งที่มีการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก การจัดการในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพของโรงงานอย่างหนึ่ง ที่สามารถลดการสูญเสียของการใช้พลังงานลงทำให้ต้นทุนการผลิตของโรงงานลดลงและสามารถควบคุมการใช้พลังงานให้เป็นไปตามเป้าหมายได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตซึ่งโดยปกติแล้วถ้ามีการจัดการด้านพลังงานอย่างมีระบบ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจะลดลงได้ร้อยละ 5 – 30 เลยทีเดียว

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการจัดการด้านพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้น การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงมุ่งศึกษาเพื่อจะหาแนวทางในการจัดการด้านพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดต้นทุนค่าดำเนินการโรงงานในโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง ที่จังหวัดฉะเชิงเทรา

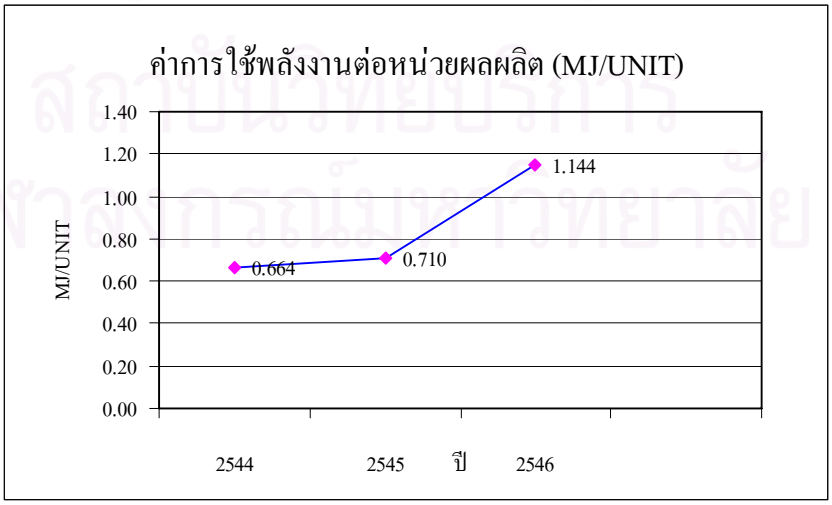
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษามีการใช้พลังงาน 3 ชนิดด้วยกัน คือ พลังงานไฟฟ้า, พลังงานจากแก๊ส LPG และพลังงานจากน้ำมันดีเซล จากตารางที่ 1.1 และกราฟ รูปที่ 1.2 แสดงค่าการใช้พลังงานทั้งหมดต่อหน่วยผลผลิตตั้งแต่ปี 2544 – ปี 2546 แสดงให้เห็นว่ามีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นทุกปี ค่าปริมาณพลังงานเฉลี่ย เมื่อปี 2544 มีค่า 2,536,145 MJ/เดือน จนถึงปี 2546 มีค่า 3,303,692 MJ/เดือน ในขณะที่ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตเมื่อปี 2544 มีค่า 0.664 MJ/UNIT จนถึงปี 2546 มีค่าสูงขึ้นเกือบ 2 เท่า โดยมีค่าถึง 1.144 MJ/UNIT

ตารางที่ 1.1 *ค่าการใช้พลังงานทั้งหมดต่อหน่วยผลผลิต*

ค่าการใช้พลังงานทั้งหมดต่อหน่วยผลผลิต*				
ปี	ค่าปริมาณพลังงาน (MJ)	ค่าปริมาณพลังงานเฉลี่ย (MJ/เดือน)	ปริมาณผลผลิต (UNIT)	ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (MJ/UNIT)
2544	30,433,743	2,536,145	45,811,104	0.664
2545	37,190,680	3,099,223	52,416,171	0.710
2546	39,644,305	3,303,692	34,646,528	1.144

*รายละเอียดข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ก.



รูปที่ 1.2 *ค่าการใช้พลังงานทั้งหมดต่อหน่วยผลผลิต(MJ/UNIT)*

จากการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยสินค้ามีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย การจัดการด้านพลังงานที่ดีจึงเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการด้านพลังงานจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่เสียไป ในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจะเป็นต้นทุนการผลิตส่วนใหญ่ของโรงงาน ถ้ามีการจัดการด้านพลังงานที่ดีจะช่วยให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีการควบคุมปริมาณการใช้พลังงานและการตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานเป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการพลังงานที่ดีจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่างๆอย่างมากมาย สภาวะปัญหาทางด้านพลังงานของโรงงานจึงเป็นเรื่องที่ต้องรับการแก้ไขโดยเร่งด่วน โดยการศึกษารายละเอียดของปัญหาที่มีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของพลังงานอย่างรอบคอบและถูกต้องต่อไป

1.2.1 ปัญหาที่พบในปัจจุบัน

สรุปปัญหาที่พบในปัจจุบันของการจัดการด้านพลังงานมีดังนี้

1. ขาดการตรวจสอบวิเคราะห์สถานภาพการใช้พลังงานของโรงงานในปัจจุบัน
2. ขาดกระบวนการในการควบคุมการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าทำให้ใช้พลังงานที่สูง
3. ขาดวิธีการและการวางแผนการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับช่วงเวลาเพื่อลดต้นทุนการใช้พลังงานให้ต่ำลง
4. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตบางส่วนยังสามารถปรับปรุงให้เพิ่มประสิทธิภาพได้มากยิ่งขึ้นเพื่อให้ใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่า
5. มีการสูญเสียพลังงานในเรื่องของการเดินเครื่องจักรตัวเปล่าทิ้งไว้ในกระบวนการผลิตเมื่อมีการ Shut down หรือ Break down เกิดขึ้น

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดต้นทุนการผลิตในส่วนของการใช้พลังงานในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า
2. เพื่อเป็นแนวทางในการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ
3. เพื่อมีส่วนร่วมในการลดการใช้พลังงานในภาวะปัจจุบันที่เกิดวิกฤติด้านพลังงาน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาถึงปัญหาในการจัดการพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน (ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง) เท่านั้นโดยไม่รวมพลังงานจากน้ำมันดีเซล ตลอดจนหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการด้านพลังงานของโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า

2. ศึกษาหาแนวทางในการพัฒนาการจัดการด้านพลังงานตลอดจนเสนอแนวทางในการใช้พลังงาน และ การประหยัดพลังงาน เฉพาะส่วนสำคัญที่มีผลต่อต้นทุนการผลิตของโรงงานตัวอย่างเพื่อให้สามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นโดยการบริหารค่าไฟฟ้า และการใช้พลังงานความร้อนให้เหมาะสม

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็นหัวข้อตามลำดับดังนี้

1. สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษากรรมวิธีการผลิตของโรงงานตัวอย่างโดยละเอียด
3. ศึกษาการใช้และการจัดการพลังงานในโรงงานตัวอย่างโดยละเอียด
4. วิเคราะห์ปัญหาความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน
5. ศึกษาหาแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน
6. วิเคราะห์เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในปัจจุบันกับวิธีการที่ศึกษาเพื่อประเมินผลที่ได้รับ
7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ
8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปัญหาการสูญเสียของการใช้พลังงานในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า

2. ทราบแนวทางในการจัดการพลังงานตลอดจนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนการผลิตเพิ่มมากขึ้น และสมดุลสำหรับโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า

3. เป็นแนวทางสำหรับโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าอื่นๆที่มีกระบวนการผลิตและเครื่องจักรใกล้เคียงกัน

4. ลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจของส่วนรวมในการจัดซื้อพลังงานจากต่างประเทศ

5. เป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจทั่วไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้รวบรวมผลงาน ทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยทางด้านการจัดการพลังงานและการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและความร้อน ซึ่งในส่วนของพลังงานไฟฟ้าจะเน้นการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต ส่วนทางด้านความร้อนเป็นการศึกษาในเชิงการเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ให้ความร้อน

2.1 การสำรวจทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดการพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรม จะครอบคลุมในเรื่องการประหยัดพลังงานและสมรรถภาพพลังงานของโรงงานโดยมีแนวคิดและหลักการ ดังนี้

2.1.1 การจัดการพลังงาน

การจัดการพลังงาน หมายถึง [2]

1. ความพยายามในการใช้พลังงานในจำนวนน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดโดยไม่ทำให้กิจกรรมการผลิตต่ำลงและไม่ลดคุณภาพของผลิตภัณฑ์
2. การทำให้ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ในส่วนของพลังงานลดน้อยลง
3. การใช้พลังงานตามความจำเป็น และในขณะเดียวกันก็ลดการสูญเสียที่ไม่จำเป็นต่างๆ เพื่อให้ประสิทธิภาพ ในการใช้พลังงานสูงขึ้น
4. การเลือกใช้พลังงานให้เหมาะสมทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ และความต่อเนื่องในการจัดหา

แนวทางในการพิจารณาจัดการพลังงานประกอบด้วย

1. การเลือกใช้ชนิดพลังงานที่เหมาะสม
2. การป้องกันการสูญเสียพลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การใช้ประโยชน์พลังงานที่ยังไม่ได้ใช้ให้เป็นประโยชน์

การเลือกใช้ชนิดพลังงานที่เหมาะสม โดยทั่วไปพลังงานไฟฟ้า เมื่อใช้กับงานขับเคลื่อนเครื่องจักรกลและงานให้แสงสว่างจะมีประสิทธิภาพสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานชนิดอื่นแต่ถ้าใช้กับงานในรูปของพลังงานความร้อนโดยทั่วไปการใช้ก๊าซและน้ำมันเชื้อเพลิงจะได้เปรียบ เพราะเป็นการแปรสภาพจากพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า แล้วค่อยแปรสภาพเป็นพลังงานความร้อนตามต้องการ แต่อย่างไรก็ตาม ในกรณีของอุปกรณ์การผลิตที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิอย่างละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการให้ความร้อนจะได้เปรียบอยู่บ้าง นั่นคือการเลือกใช้ชนิดของพลังงานนั้นจะต้องพิจารณาจากคุณสมบัติทั้งทางด้านกายภาพและทางด้านเศรษฐกิจ โดยการพิจารณาในแง่ของประสิทธิภาพรวมที่จะได้ นอกจากนี้ยังอาจต้องพิจารณาถึงผลกระทบในระยะยาวอื่นๆด้วย

การป้องกันการสูญเสียพลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ พลังงานไฟฟ้านั้นมีที่ใช้งานต่างๆอย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ ใช้ในการให้ความร้อน ให้แสงสว่าง และ ใช้ในงานควบคุมเป็นต้น การศึกษาสภาพการใช้งานและหาทางลดการสูญเสียในรูปต่างๆ เช่น การเดินเครื่องตัวเปล่าของมอเตอร์ ความร้อนรั่ว ลมรั่วหรือน้ำรั่ว นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

การใช้ประโยชน์พลังงานที่ยังไม่ได้ใช้ให้เป็นประโยชน์ ในสภาพการปฏิบัติงานบางแห่ง มีการปล่อยความร้อนจากไฟฟ้า ไอน้ำ และ ก๊าซทิ้งไป โดยไม่ได้ใช้เป็นประโยชน์ในหม้อไอน้ำหรืออุปกรณ์ให้ความร้อนจากไฟฟ้า พลังงานความร้อนที่ป้อนเข้าไปทั้งหมดเมื่อใช้ในการผลิตแล้วโดยทั่วไปก็ยังมีปริมาณความร้อนเหลืออยู่อีกมาก ดังนั้น ถ้านำพลังงานความร้อนส่วนที่เหลือมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เช่น ในการอุ่นวัสดุหรือในการทำน้ำร้อนก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานความร้อนดีขึ้น

ในวงการอุตสาหกรรมโดยทั่วไปนั้น การประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานจะมีได้ก็ต่อเมื่อโรงงานอุตสาหกรรมนั้นๆ ได้ดำเนินการดังนี้

ก. จัดตั้งหน่วยบริหารระดับสูง เพื่อรับผิดชอบงานทางด้านการจัดการพลังงาน
ข. กำหนดเป้าหมายของการจัดการพลังงาน
ค. วิธีการประสานงานในแผนงานการจัดการพลังงาน

โดยทั่วไปแนวทางการจัดการพลังงานจะประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ค้นหาปริมาณการใช้และปริมาณสูญเสียของพลังงาน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนเริ่มแรกซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้

ก. ศึกษาชนิดและปริมาณพลังงานที่ใช้ระบบต่างๆของโรงงานอย่างละเอียดและพลังงานที่เข้าไปในระบบต่างๆ นั้น มีการกระจายการใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือมีการสูญเสียมากน้อยเพียงใด

ข. สร้างและวิเคราะห์สมดุลพลังงานในแต่ละขั้นตอนผลิตอย่างละเอียดถี่ถ้วนซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการอัตราการไหลพลังงาน เข้า-ออก ในแต่ละขั้นตอนการผลิต

2. ดำเนินการจัดการพลังงานโดยวิธีการต่างๆ จากการศึกษาการใช้พลังงานตามข้อ 1. เป็นผลทำให้ทราบถึงรายละเอียดต่างๆ ซึ่งสามารถกำหนดวิธีการต่างๆ ในการจัดการพลังงานได้ โดยจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น

3. ติดตามผลที่ได้จากการดำเนินการจัดการพลังงาน การติดตามผลนี้จะทำให้รู้ถึงส่วนเปลี่ยนแปลงของปริมาณพลังงานที่ใช้ และสามารถวางแผนระบบการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆ ตลอดจนสามารถทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือเครื่องจักรนั้นๆว่าอยู่ในระดับใด

เป้าหมายของการจัดการพลังงาน ความต้องการในการจัดการพลังงานจำเป็นต้องเขียนออกมาเป็นเป้าหมายที่ชัดเจน ดังตัวอย่างที่แสดงให้เห็นต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างตารางเป้าหมายการจัดการพลังงาน [2]

---

1. เป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานทั้งหมด
   - (1) ลดค่าไฟฟ้าต่อปี ประมาณ ..... %
   - (2) ลดการใช้ไอน้ำ ประมาณ ..... %
   - (3) ลดการใช้ก๊าซธรรมชาติ ประมาณ ..... %
   - (4) ลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ประมาณ ..... %
   - (5) ลดการใช้อากาศอัด ประมาณ ..... %
2. เป้าหมายผลตอบแทนจากการลงทุนของแต่ละโครงการ
   - (1) อัตราผลตอบแทนต่ำสุดจากการลงทุนก่อนเสียภาษี คือ.....
   - (2) ระยะเวลาคืนทุนต่ำสุด คือ .....
   - (3) อัตราส่วนต่ำสุดเงินลงทุน คือ .....
   - (4) อัตราผลตอบแทนต่ำสุดจากการลงทุนหลังหักภาษี คือ .....

2.1.2 การประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานให้ได้ผลจะต้องเริ่มต้นจากระดับผู้บริหารของบริษัท หรือของโรงงานว่ามีวัตถุประสงค์หรือความตั้งใจแน่วแน่เพียงใดที่จะดำเนินการประหยัดพลังงานให้ได้ผล เมื่อมีวัตถุประสงค์หรือความตั้งใจที่แน่วแน่เกี่ยวกับเรื่องการประหยัดพลังงานแล้ว จะต้องจัดลำดับโครงการประหยัดพลังงานให้มีความสำคัญอยู่ในลำดับแรกๆ และต้องให้การสนับสนุนทั้งทางด้านกำลังคนและทรัพยากร การประหยัดพลังงานจะดำเนินไปอย่างได้ผลจะต้องประกอบด้วยหลักการที่สำคัญๆ 6 ข้อดังนี้

1. การกำหนดนโยบาย เป้าหมาย และแผนงาน
2. การวิเคราะห์สถานภาพในปัจจุบัน
3. การเตรียมแผนงานปรับปรุง
4. การนำแผนปรับปรุงไปปฏิบัติ
5. การประเมินผลลัพธ์ที่ได้
6. ความต่อเนื่องของโครงการ

การกำหนดเป้าหมายสามารถกระทำได้ 4 วิธีด้วยกัน คือ

ก. เป้าหมายทางนามธรรม เช่น โรงงานของเราต้องเป็นโรงงานตัวอย่างของการประหยัดพลังงาน

ข. เป้าหมายเฉพาะ เช่น การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้โดยมีระยะเวลาของการคืนทุนไม่เกิน 3 ปี

ค. เป้าหมายสมบูรณ์ เช่น ต้องลดพลังงานที่ใช้ ต่อหน่วยผลผลิตให้เหลือเพียง 60 GJ/Ton ให้สำเร็จ

ง. เป้าหมายสัมพันธ์ เช่น ต้องทำการประหยัดพลังงานในปี 2530 ให้ได้อีก 20%

เป้าหมาย ก. และ ข. จะมีลักษณะเป็นคำขวัญมากกว่าเป้าหมาย ค. และ ง. เป้าหมาย 2 แบบหลัง จะให้วัตถุประสงค์ของการประหยัดพลังงานที่จำเพาะเจาะจงมากกว่าสามารถดำเนินการและติดตามผลได้ง่ายกว่า หลังจากได้กำหนดเป้าหมายแล้วจะต้องมีการร่างแผนสำหรับงานต่างๆที่เกี่ยวข้องต่อไป เช่นการกำหนดปริมาณงานให้แต่ละคนรับผิดชอบ เนื้อหาของงานที่จะต้องกระทำ กำหนดเวลาของงาน ช่วงของการปฏิบัติ ระยะเวลาและวิธีปฏิบัติ เป็นต้น

การวิเคราะห์สถานภาพในปัจจุบัน งานขั้นแรกของการทำงานด้านการประหยัดพลังงาน คือการวิเคราะห์สถานภาพการใช้พลังงานในปัจจุบัน โดยต้องทำให้เห็นได้อย่างกระจ่างชัดเจนว่า กำลังใช้พลังงานอะไรอยู่บ้าง ใช้ด้วยปริมาณมากน้อยเท่าไร และใช้เพื่อจุดประสงค์อะไร และสิ่งที่สำคัญคือต้องชี้ให้เห็นว่า การใช้พลังงานขณะนี้มีพลังงานอะไรสูญเสียอยู่บ้าง สูญเสียอยู่ที่บริเวณหรือพื้นที่ส่วนไหนของโรงงาน และสูญเสียอยู่ด้วยปริมาณมากน้อยเท่าไรเพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องมีการทำการสำรวจ และตรวจวัดวิเคราะห์การใช้พลังงานทั่วทั้งโรงงาน ซึ่งสามารถดำเนินการได้ 3 ระดับ คือ

- รวบรวมและวิเคราะห์บันทึกของโรงงาน ได้แก่ ใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆ ตลอดจนข้อมูลปริมาณการผลิตในอดีตที่ผ่านมา
- สำรวจและศึกษาการใช้พลังงานในปัจจุบันอย่างคร่าวๆเพื่อหาแหล่งที่มีการใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสมมีการสูญเสียมากเพื่อจำแนกพื้นที่ หรือกระบวนการที่ต้องมีการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียดต่อไป
- สำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด เพื่อหาปริมาณพลังงานสูญเสียและค่าใช้จ่ายเพื่อดำเนินการลดพลังงานสูญเสียส่วนนี้

ในการดำเนินการสำรวจและวินิจฉัยการใช้พลังงาน จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์วัดต่างๆเข้าช่วย ต้องกำหนดผู้รับผิดชอบดำเนินการวัดและวิเคราะห์โดยตรง ข้อมูลดิบที่ได้จะต้องนำมาทำการวิเคราะห์และแสดงผลในรูปของกราฟ แผนภูมิหรือภาพที่สื่อความหมายที่ชัดเจนเข้าใจง่าย

การเตรียมแผนงานปรับปรุง หลังจากที่ได้วิเคราะห์สถานภาพการใช้พลังงานในปัจจุบันเรียบร้อยแล้วและพบว่ามีพลังงานสูญเสียจำนวนมากสามารถประหยัดได้ ขั้นตอนต่อไปก็คือการจัดทำแผนงานปรับปรุง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานอยู่ 3 ขั้นตอน คือ รวบรวมความคิด จัดทำแผน และวิเคราะห์แผน

ก. การรวบรวมแนวความคิด ถึงแม้ว่า วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการจะต้องทำหน้าที่ออกความคิด สร้างแผนงานปรับปรุงด้วยตัวเองโดยตรงก็ตามแต่การระดมความคิดจากผู้ปฏิบัติงานในส่วนต่างๆซึ่งทำงานเต็มเวลาในพื้นที่ทำงานนั้นๆ และจากวิศวกรแขนงต่างๆที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านพลังงานการผลิต การควบคุม การบำรุงรักษาและด้านความปลอดภัยจะช่วยให้ได้แผนที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

ข. การจัดทำแผนงานปรับปรุง จากแนวความคิดต่างๆที่ได้จากข้อ ก. จะถูกนำไปวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค เพื่อชี้ชัดถึงผลกระทบที่จะบังเกิดขึ้นกับกระบวนการอื่นๆกับคุณภาพของผลผลิต กับขีดจำกัดสูงสุดของการผลิต กับสภาพแวดล้อมของการทำงาน กับมลภาวะสิ่งแวดล้อม และด้านความปลอดภัยแล้วแบ่งแนวความคิดออกเป็น 3 ระดับ คือ

- แนวความคิดที่สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างแน่นอน
- แนวความคิดที่อยู่ในขั้นทดลอง
- แนวความคิดที่ยังไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะนำไปปฏิบัติได้

แผนงานปรับปรุงการประหยัดพลังงาน จะถูกสร้างขึ้นจากพื้นฐานของแนวความคิดประเภทแรก ตามด้วยการประเมินผลรวมของผลกระทบของแผนงาน สถานที่ของการติดตั้งของระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวพันกัน โอกาสของการนำแผนไปปฏิบัติตลอดจนข้อดีข้อเสียของแผนงาน

ค. การประเมินผลแผนงาน แผนงานประหยัดพลังงานที่ได้เสนอไว้จะต้องได้รับการประเมินผลประสิทธิภาพใน เทอมของเงินลงทุน ระยะเวลาของการคืนทุน และควรจำแนกแผนตามลำดับความสำคัญด้วย

การนำแผนปรับปรุงไปปฏิบัติ ก่อนลงมือปฏิบัติงานจะต้องมีการตรวจสอบซ้ำอีกครั้งในเรื่องของเนื้อหาสาระ ระยะเวลาที่ใช้ วิธีการดำเนินงานและตัวประกอบอื่นๆว่าถูกต้องเหมาะสมดีแล้วจากนั้นต้องดำเนินการชี้แจงให้บุคคลที่เกี่ยวข้องและบุคคลข้างเคียงทราบถึงรายละเอียดว่า เรา

กำลังทำอะไรอยู่ แผนที่ได้เสนอไว้จะต้องได้รับการนำไปปฏิบัติอย่างฉับพลันและแม่นยำ ต้องมีการวัดและประเมินผลลัพธ์ที่ได้ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ควรได้รับตามที่ได้กำหนดไว้ในแผนงาน และอาจมีการปรับแผนให้เหมาะสมขึ้นตามความเหมาะสมต่อไป กำหนดเป้าหมายจำเพาะขึ้นเพื่อกำหนดมาตรฐานการทำงานและใช้ในการติดตามความต่อเนื่องของโครงการต่อไป

การประเมินผลที่ได้ในการทำโครงการประหยัดพลังงาน หรือโครงการใดๆก็ตามเมื่อได้นำแผนงานไปปฏิบัติแล้วจะต้องมีการประเมินผลลัพธ์ด้วย เพื่อบ่งบอกให้ทราบว่าโครงการที่ตั้งขึ้นมานั้นประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด ถ้าไม่สำเร็จเกิดจากสาเหตุใด ผลการประเมินจะชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้คุ้มค่ากับความพยายามและค่าใช้จ่ายต่างๆที่ต้องเสียไปหรือไม่

ความต่อเนื่องของโครงการ โครงการประหยัดพลังงานเป็นลักษณะของโครงการแบบต่อเนื่องเมื่อเริ่มดำเนินการแล้วจะหยุดไม่ได้ การประหยัดพลังงานจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่เป็นประจำทุกวัน ซึ่งสามารถแปรเปลี่ยนไปได้ เช่นการลดพลังงานสูญเสียของหม้อน้ำจะทำได้โดยการปรับอัตราส่วนของอากาศกับเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสม การหุ้มฉนวนกันความร้อนสูญหาย ระบบต่างๆเหล่านี้จะใช้การได้ดีในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น เมื่อเวลาผ่านไประบบต่างๆเหล่านี้จะทำงานเปลี่ยนไป เช่นอัตราส่วนของอากาศกับเชื้อเพลิงไม่เหมาะสม ฉนวนความร้อนชำรุด ทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนมากขึ้น เป็นต้น การประหยัดพลังงานจึงต้องมีการติดตามอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างเหมาะสม ระบบที่ใช้ติดตามความต่อเนื่องอย่างดีก็คือ ระบบจดบันทึกและรายงานผล ระบบจดบันทึกและรายงานที่ดีจะบอกให้วิศวกรโรงงานและผู้บริหารทราบว่ามีการใช้พลังงานชนิดต่างๆไปในส่วนไหนของโรงงานบ้างใช้ไปด้วยปริมาณมากน้อยเพียงใด ใช้ไปในลักษณะใด มีแนวโน้มว่าจะเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปัจจุบันอย่างไร เช่น มีแนวโน้มมากขึ้นขณะที่ผลผลิตยังเท่าเดิม ทำให้สามารถระบุได้ว่าควรให้ความสนใจพลังงานชนิดใด ที่พื้นที่ส่วนไหนเป็นพิเศษได้

2.1.2.1 ขั้นตอนในการดำเนินโปรแกรมที่เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน

มีขั้นตอนสำคัญอยู่ 5 ประการ ในการดำเนินโปรแกรม ทางด้านประหยัดพลังงานดังต่อไปนี้

1. การตกลงใจที่จะดำเนินการจากฝ่ายบริหาร
2. การแต่งตั้งผู้รับผิดชอบ

3. ควรตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน
4. โปรแกรมประหยัดพลังงานจะต้องได้รับการปฏิบัติ
5. จะต้องมีการประเมินความคืบหน้าและรายงาน

การตกลงใจที่จะดำเนินการจากฝ่ายบริหาร การตกลงใจ ที่จะดำเนินโปรแกรมประหยัดพลังงานจากระดับผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจ จะเป็นปัจจัยสำคัญเบื้องแรกสำหรับการจัดทำโปรแกรมประหยัดพลังงาน ทั้งนี้ควรจะต้องมีการประกาศอย่างชัดเจนแก่พนักงานทั้งหมดให้ทราบว่าผู้บริหารนั้นเอาจริงกับการประหยัดพลังงาน ซึ่งสามารถจะดำเนินการได้โดยการออกนโยบายในระยะเริ่มต้น เช่น "ฝ่ายบริหารของบริษัทนี้ได้ออกคำสั่งให้พยายามประหยัดพลังงานทุกวิถีทางในสำนักงาน (โรงงาน) แห่งนี้ เพื่อที่จะลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และผลการประหยัดที่ได้ทุกคนจะได้รับส่วนแบ่ง" คำกล่าวนี้จะต้องตามด้วยกิจกรรมต่างๆที่แสดงถึงความจริงใจและการเอาจริงเอาจังจากฝ่ายบริหาร ซึ่งการดำเนินงานที่จัดว่าสำคัญที่สุดในส่วนนี้ก็คือการแต่งตั้งบุคคลที่มีความสามารถให้รับผิดชอบในโปรแกรมประหยัดพลังงานดังกล่าว

การแต่งตั้งผู้รับผิดชอบ บุคคลที่ได้รับการแต่งตั้งจะต้องสามารถปฏิบัติหน้าที่ได้สำเร็จ และจะต้องได้รับความร่วมมือสนับสนุนจากผู้จัดการและหัวหน้าฝ่ายต่างๆรวมทั้งพนักงานลูกจ้างด้วย เขาจะต้องเตรียมตัวเขาเองสำหรับหน้าที่ความรับผิดชอบในตำแหน่งของผู้จัดการหรือเจ้าหน้าที่พลังงาน ทั้งนี้โดยการสมัครเข้าร่วมหลักสูตรสัมมนาฝึกอบรมทางด้านการประหยัดพลังงาน ในองค์กรขนาดใหญ่ บุคคลที่เป็นผู้จัดการ หรือเจ้าหน้าที่พลังงานผู้นี้จะถูกแต่งตั้งจากภายในหน่วยงานเองหรือจากภายนอก ในองค์กรขนาดเล็กลง หน้าที่ทางด้านการประหยัดพลังงานอาจเป็นหน้าที่เพิ่มเติมที่มอบหมายแก่เจ้าหน้าที่หรือหัวหน้างานที่มีอยู่แล้วในบริษัทนั้น ในหน่วยงานอื่นๆนอกจากนี้ ผู้ที่เป็นเจ้าของอาจรับผิดชอบทำหน้าที่นี้

การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน ในการดำเนินการประหยัดพลังงาน ข้อมูลประการแรกที่ผู้จัดการหรือเจ้าหน้าที่พลังงานจะต้องมีคือ ปริมาณและค่าใช้จ่ายของพลังงานที่ใช้ในหน่วยงานของเขา จากข้อมูลส่วนนี้เขาสามารถใช้วางแผนการดำเนินงานในขั้นต่อไป โดยเริ่มจากจุดที่มีการใช้พลังงานมาก ในการตรวจสอบการใช้พลังงานส่วนนี้ เขาจะต้องแสวงหาจุดที่สามารถประหยัดได้ แต่ละจุดจะต้องศึกษาศักยภาพการประหยัดที่ได้และระยะที่จะได้เงินลงทุนคืนมาจากการประหยัดดังกล่าว ระยะเวลาช่วงนี้เรียกว่า "ระยะคืนทุน" ข้อมูลต่างๆที่กล่าวมานี้เป็นสิ่งจำเป็นต่อฝ่ายบริหาร เพื่อตัดสินใจให้ความเห็นชอบในมาตรการต่างๆที่เสนอและจะได้บันทึกไว้ในโปรแกรมประหยัดพลังงานต่อไป

โปรแกรมประหยัดพลังงานจะต้องได้รับการปฏิบัติ โปรแกรมประหยัดพลังงานจะแสดงรายละเอียดการดำเนินงานในมาตรการต่างๆ เพื่อให้ได้ปริมาณการประหยัดตามเป้าหมาย และจะต้องสร้างกลไกการตรวจวัดความสำเร็จ ทั้งนี้โดยการบันทึกผลการทำงานของระบบที่ได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลการทำงานและบันทึกข้อมูลการประหยัดพลังงานที่ได้

จะต้องมีการประเมินความคืบหน้าและรายงาน จะต้องมีการวิเคราะห์บันทึกความคืบหน้าของโปรแกรมประหยัดพลังงาน และรายงานต่อผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนในโครงการอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งผู้บริหารด้วย ข้อมูลประการนี้จะเป็นแรงผลักดันให้โปรแกรมประหยัดพลังงานดำเนินต่อไป และกระตุ้นให้ช่วยกันพยายามต่อไป เพื่อให้ได้การประหยัดเพิ่มมากขึ้น

2.1.2.2 ขั้นตอนการประหยัดพลังงาน

ประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่า การประหยัดพลังงานควรมีการดำเนินงานเป็น 3 ขั้นตอน โดยเริ่มจากเทคโนโลยีที่ง่ายที่สุด และใช้เงินลงทุนน้อยที่สุดไปจนถึงงานที่ต้องการเทคโนโลยีสูงและต้องใช้เงินลงทุนมาก ดังวิธีการดำเนินงานต่อไปนี้

1. การบำรุงรักษาหรือดูแลเบื้องต้น (House Keeping)
2. การปรับปรุงประสิทธิภาพขบวนการผลิต (Process Improvement)
3. การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ (Major Change Equipment)

การบำรุงรักษาหรือดูแลเบื้องต้น การประหยัดพลังงานโดยวิธีนี้ โดยแท้จริงแล้วเป็นการปรับแต่งเครื่องและการทำงานต่างๆ เช่น การกำหนดให้มีกรรมวิธีดูแลบำรุงรักษาที่ถูกต้องและขั้นตอนการทำงานอย่างเหมาะสม วิธีต่างๆเหล่านี้โดยมากแล้วจะไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือเป็นมาตรการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยแต่มีระยะเวลาในการคืนทุนสั้นๆ คือน้อยกว่า 4 เดือน

การปรับปรุงประสิทธิภาพขบวนการผลิต มาตรการข้อนี้เป็นการปรับปรุงอุปกรณ์หรือขบวนการเดิม เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือทำให้การสูญเสียต่างๆลดน้อยลง วิธีการปรับปรุงขบวนการทำงานตามปกติจะมีความยุ่งยากมากขึ้น และจะต้องอาศัยการตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยทั่วไปกรรมวิธีนี้จะต้องการเงินลงทุนปานกลาง โดยมีระยะเวลาในการคืนทุน 1 – 2 ปี

การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ เมื่อการตรวจวิเคราะห์ในขั้นต้นชี้ให้เห็นว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มาก โดยการเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์ทั้งนี้จะต้องประเมินค่าผลตอบแทนทางการเงินที่ได้จากการดำเนินงานตามมาตรการดังกล่าว และถ้าผลการวิเคราะห์ที่ได้มีความสอดคล้องและเข้ากับเกณฑ์การลงทุนของฝ่ายบริหารแล้วมาตรการดังกล่าวก็จะได้มีการเสนอเพื่อขอความเห็นชอบ โดยปกติมาตรการต่างๆในข้อนี้จะต้องมีการลงทุนสูงโดยมีระยะเวลาในการคืนทุน 2 – 5 ปี

2.1.3 สมรรถภาพพลังงานของโรงงาน [3]

สมรรถภาพพลังงานของโรงงาน (Plant Energy Performance, PEP) คือ การเปรียบเทียบการใช้พลังงานในปัจจุบันกับอดีตว่าใช้มากหรือน้อยกว่ากันเพียงใด และเป็นการวัดผลการดำเนินงานของแผนการจัดการด้านพลังงานที่กำหนดขึ้นว่าได้ผลเพียงใด จุดที่ควรสนใจคือ การเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงาน โดยพิจารณาจากผลผลิตในแต่ละปี การเปรียบเทียบสมรรถภาพพลังงานของโรงงานต้องเปรียบเทียบระหว่างปีที่นำมาเป็นฐานในการพิจารณากับปีปัจจุบัน โดยที่ปีฐานเป็นจุดอ้างอิงและปีปัจจุบันเป็นปีที่มีการวัดค่าต่างๆ เพื่อให้เห็นว่าได้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้นหรือยัง อย่างไรก็ตามโดยปกติแล้วผลผลิตระหว่างปีปัจจุบันกับปีที่เป็นฐานจะแตกต่างกันและจำนวนผลผลิตก็มีผลต่อการใช้พลังงาน เพื่อให้การเปรียบเทียบผลผลิตมีความหมายที่ชัดเจนเราต้องตอบปัญหาต่อไปนี้ว่า ในปีนี้มีการใช้พลังงานมากเพียงใดที่จะผลิตให้ได้ผลผลิตเท่ากับผลผลิตในปีนี้ถ้าโรงงานมีการทำงานแบบเดียวกับการผลิตในปีฐาน จากนั้นเราควรจะหาว่าโรงงานมีการปรับปรุงหรือทรุดโทรมไปจากปีอ้างอิง (ฐาน) เพียงใด และพิจารณาแต่ละปัญหาแยกกันโดยจะต้องทำการหาสิ่งที่จะใช้อ้างอิงถึงดังต่อไปนี้

ก. ตัวประกอบการผลิต

ข. การเปรียบเทียบการใช้พลังงานกับปีฐาน

ตัวประกอบการผลิต ถ้าโรงงานมีการทำงานเช่นเดียวกับปีฐานและมีการผลิตเท่ากับอัตราการผลิตในปัจจุบัน จะต้องใช้พลังงานมากน้อยเพียงใด ในการนี้ตัวประกอบการผลิตจะเป็นตัวช่วยในการคำนวณ ซึ่งตัวประกอบการผลิตคือผลผลิตในปีปัจจุบันหารด้วยผลผลิตในปีที่เป็นฐานดังนั้นตัวประกอบการผลิตจะเป็นดังนี้

$$\text{ตัวประกอบการผลิต} = \frac{\text{ผลผลิตในปีปัจจุบัน}}{\text{ผลผลิตในปีฐาน}}$$

การเปรียบเทียบการใช้พลังงานกับปีฐาน จะเป็นการบ่งบอกถึงพลังงานที่ใช้ในปีที่เป็นฐานถ้ามีผลผลิตเท่ากับปีปัจจุบัน พลังงานนี้เรียกว่า “Base Year Equivalent Energy Use” หรือเรียกสั้นๆว่า “Base Year Equivalent” ซึ่งหาได้ดังต่อไปนี้

การใช้พลังงานเทียบปีที่ฐาน = การใช้พลังงานที่ปีฐาน x ตัวประกอบการผลิต

2.1.3.1 สมรรถภาพพลังงาน

การใช้พลังงานของโรงงานถูกปรับปรุงให้ดีขึ้นหรือเลวลงอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับปีที่เป็นปีฐาน การปรับปรุงนี้อาจเรียกว่า สมรรถภาพพลังงาน ซึ่งเป็นตัววัดความก้าวหน้าของการจัดการด้านพลังงานในโรงงาน สมรรถภาพพลังงานนี้ก็คือค่าการใช้พลังงานในปีปัจจุบันที่ลดลงหรือเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานในปีที่เป็นฐาน ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$\text{สมรรถภาพพลังงาน} = \frac{(\text{การใช้พลังงานเทียบที่ปีฐาน} - \text{การใช้พลังงานปีปัจจุบัน}) \times 100}{\text{การใช้พลังงานเทียบที่ปีฐาน}}$$

จากสมรรถภาพพลังงาน จะสามารถทำให้ทราบได้ถึงการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับอดีตในแต่ละส่วนหรือแต่ละช่วงเวลาที่ทำการใช้พลังงานไปในกระบวนการผลิตซึ่งจะต้องทำการวัดสมรรถภาพพลังงานโดยรวม โดยมีรายละเอียดที่ต้องคำนึงถึงดังนี้

1. สมรรถภาพพลังงานของบริษัท
2. สมรรถภาพรายเดือน

สมรรถภาพพลังงานของบริษัท บริษัทหนึ่งอาจประกอบไปด้วยหลายโรงงานหรือหน่วยการผลิต สมรรถภาพพลังงานของบริษัทเกิดจากผลร่วมของสมรรถภาพของโรงงานหรือหน่วยการผลิตต่างๆ สมรรถภาพพลังงานของบริษัทนี้จะเป็นตัววัดผลการทำงานของทุกๆขั้นตอนการผลิต และเป็นตัวเลขที่ให้ผู้บริหารได้ทราบอย่างคร่าวๆ ถึงผลของการจัดการด้านพลังงานในแต่ละโรงงานในแต่ละหน่วยการผลิต อาจจะมีหน่วยในการวัดผลผลิตด้วยวิธีหาสมรรถภาพพลังงาน

แตกต่างกัน จึงมีผลทำให้เกิดความคล่องตัวในระดับโรงงานที่จะเลือกหน่วยผลิตที่ดีที่สุดเฉพาะแต่ละโรงงาน สมรรถภาพพลังงานของโรงงานได้อธิบายไว้ว่าเป็นการเปรียบเทียบการใช้พลังงานเทียบที่ปีที่เป็นฐานกับการใช้พลังงานในปัจจุบัน ในการหาค่าสมรรถภาพพลังงานของบริษัทได้จากผลรวมของการใช้พลังงานเทียบที่ปีที่เป็นฐานของแต่ละโรงงาน ก็จะได้การใช้พลังงานของบริษัทที่เทียบกับปีที่เป็นฐานต่อมา หาผลรวมของการใช้พลังงานในปีปัจจุบันในแต่ละโรงงานก็จะได้การใช้พลังงานของบริษัทในปีปัจจุบัน จากนั้นสมรรถภาพพลังงานของบริษัท (Company Energy Performance, CEP) หาได้จากสูตรดังนี้

$$A = \frac{(B - C)}{B} \times 100$$

โดยที่กำหนดให้ A = สมรรถภาพพลังงานของบริษัท

B = การใช้พลังงานของบริษัทเทียบที่ปีฐาน

C = การใช้พลังงานของบริษัทเทียบที่ปีปัจจุบัน

PEP และ/หรือ CEP เป็นจุดเริ่มต้นในการหาสมรรถภาพพลังงานและการควบคุมการใช้พลังงานในโรงงาน การหาค่าสมรรถภาพพลังงานของโรงงาน (PEP) จำเป็นต้องคำนวณในขั้นรายละเอียดของการใช้พลังงานทุกๆชิ้นของเครื่องจักร หรือของทุกขบวนการ PEP เป็นค่าใช้วัดการประหยัดพลังงานโดยวัดค่าการใช้พลังงานเปรียบเทียบกับผลผลิต การเปรียบเทียบรายปีจะเป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลได้

สมรรถภาพรายเดือน เมื่อโรงงานหนึ่งๆ ได้เริ่มการวัดสมรรถภาพพลังงานทุกๆปีแล้ว การบริหารจะมีความต้องการข้อมูลสมรรถภาพพลังงานบ่อยครั้งยิ่งขึ้น เพื่อที่จะตรวจสอบและควบคุมการใช้พลังงานให้ทันต่อสถานการณ์ โดยปกติจะต้องทำรายงานและการวัดสมรรถภาพของโรงงานประจำทุกเดือนเพื่อใช้ประโยชน์ได้ง่ายกว่าการรายงานเป็นรายปี การใช้เดือนที่เป็นฐานควรจะใช้เดือนเดียวกันของปีที่แล้วหรือปีก่อนนั้น เพื่อจะลดความเปลี่ยนแปลงจากฤดูกาล สมมุติให้ปีที่เป็นฐานเป็นปี 1991 ตัวอย่างการหาสมรรถภาพในเดือน เมษายน 1991 อาจจะเปรียบเทียบกับสมรรถภาพในเดือนเมษายน 1992 เป็นต้น การทำรายงานประจำเดือนควรใช้แบบฟอร์มข้อมูลแบบเดียวกันไปตลอด เมื่อโรงงานได้มีการวัดสมรรถภาพพลังงานบ่อยๆเข้า ก็จะพบว่ามีการวัดสมรรถภาพ พลังงานได้ละเอียดแน่นอนยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถควบคุมการใช้พลังงานของโรงงานได้ดียิ่งขึ้น

2.2 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณรงค์ พงศ์กิตติพิรุฬห์ [4] ทำการศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงงานผลิตกระดาษ ซึ่งมีการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าดีเซลร่วมกับการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคโดยการจัดทำโครงสร้างต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าดีเซลเพื่อใช้ปรับปรุงวิธีในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าได้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยในปี 2543 ประกอบด้วย ต้นทุนค่าวัตถุดิบทางตรง 2.0738 บาท ต้นทุนค่าแรงงานทางตรง 0.0592 บาท ต้นทุนค่าโสหุ้ยการผลิตแปรผัน 0.2164 บาท และต้นทุนค่าโสหุ้ยการผลิตคงที่ 0.3264 บาท จากนั้นมีการเสนอแนะแนวทางการลดต้นทุนการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการผลิตไฟฟ้าใช้เองโดยวิเคราะห์ตามช่วงเวลาต่างๆทำให้ต้นทุนที่ได้มีค่าต่ำกว่าวิธีเดินเครื่องในปัจจุบัน

เอกสิทธิ สุวรรณศรี [5] ทำการศึกษาการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์โดยมีแนวทางการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน ดังนี้

- การกำหนดนโยบายจากผู้บริหารระดับสูงและกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงาน
- กำหนดแผนงานหลักในการดำเนินงานการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานและแผนงานในระดับแผนก
- ปรับปรุงองค์กรดำเนินงานให้เข้าถึงทุกส่วนในกระบวนการผลิต
- วางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้เหมาะสมโดยการควบคุมปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด
-ปรับปรุงระบบการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยการจัดทำเอกสารมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบ และทำการจัดตั้งทีมงานในการตรวจสอบการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง
- ปรับปรุงกระบวนการติดตามการปรับปรุงแก้ไขการดำเนินงานที่เกิดขึ้น

ผลการดำเนินงาน ทำให้ต้นทุนอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซิเมนต์ลดลง 25.44% และอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ดลดลง 3.37% คิดเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ 218.01 ล้านบาท

อุยา แพนพันธ์อ้วน [6] ทำการศึกษาการเลือกระบบปรับอากาศที่เหมาะสมในเชิงการอนุรักษ์และประหยัดพลังงาน สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม โดยพบว่าระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด จึงได้มีการศึกษาปัจจัยที่เป็นเกณฑ์เงื่อนไขทางด้าน วิศวกรรม การจัดการและเศรษฐศาสตร์ สำหรับการตัดสินใจเลือกระบบปรับอากาศที่เหมาะสมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อการอนุรักษ์พลังงานและลดค่าใช้จ่ายโดยมีเกณฑ์เงื่อนไข คือ

1. ด้านวิศวกรรม ประกอบด้วย ข้อมูลย่อยด้านเทคนิค ประสิทธิภาพ และการใช้พลังงาน

2. ด้านการจัดการ ประกอบด้วยการจัดการ และการควบคุมดูแลระบบ การซ่อมบำรุงขณะใช้งาน และค่าใช้จ่ายในการจัดการระบบ

3. ด้านเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วย การลงทุนติดตั้งระบบ และค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

4. ด้านพลังงาน ประกอบด้วย การอนุรักษ์ และประหยัดพลังงาน

ได้มีการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นเพื่อวิเคราะห์ทางเลือกในการใช้ระบบปรับอากาศที่เหมาะสมซึ่งสามารถคำนวณภาระการทำความเย็น เงินลงทุน และ ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศแต่ละแบบ ทำให้สะดวกรวดเร็วและลดค่าใช้จ่ายลงได้

กันต์ธร เก่งพล [7] ทำการศึกษาการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงแรม กรณีศึกษาโรงแรมขนาดกลางและเล็ก โดยวิธีการประหยัดพลังงานนั้นควรทำทุกส่วนของการใช้พลังงาน โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การประหยัดพลังงานในอาคาร
2. การประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม
3. การประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง
4. การประหยัดพลังงานในด้านการใช้ไฟฟ้า

จากการศึกษาวิธีการที่เหมาะสม ในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงแรมขนาดกลางและเล็กพบว่ามีปัจจัยอยู่ 2 ประการในการควบคุมเพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ คือ

1. ลักษณะการใช้งานของผู้ใช้
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ใช้งานร่วม

การใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้ใช้งานมักจะละเลยเรื่องการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า จึงควรมีการตรวจวัดและทำการบำรุงรักษา เช่น

- เปิดใช้ Cooling Tower ให้มีปริมาณการระบายความร้อนใกล้เคียงกับปริมาณการทำความเย็นของ Chiller
- การทำความสะอาด Cooling Tower
- การทำความสะอาดส่วนถ่ายเทความร้อนในระบบปรับอากาศแบบ Split Type
- การปรับ Tap หม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าลดลง ทำให้ Iron Loss ลดลง

ในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ใช้งานร่วม มักจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพต่ำและมีการสูญเสียสูง สามารถแก้ไขได้คือ

- ใช้หลอด Compact Fluorescent แทนหลอด Incandescent

- ใช้หลอด Fluorescent แบบประหยัดพลังงานแทนแบบไม่ประหยัดพลังงาน
- ใช้บัลลาสต์ Low Loss แทนบัลลาสต์ธรรมดา

วีระพงษ์ ประสาทศิลปิน [8] ทำการศึกษาการประหยัดพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ ชุดที่ 1 โดยได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าของกังหันก๊าซ ในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ซึ่งใช้พลังงานก๊าซธรรมชาติเป็นพลังงานหลัก และในการผลิตกระแสไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องใช้พลังงานเชื้อเพลิงต่อหน่วยผลิตไฟฟ้าให้น้อยลง โดยพิจารณาปัจจัยที่มีผลกระทบกับสมรรถนะเป็นส่วนสำคัญ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของ กังหันก๊าซ คือ ระดับความสูงที่ติดตั้งเครื่องจักร(Altitude) ความดันไอเสีย(Exhaust Pressure) การเสื่อมสภาพของกังหันก๊าซ(Gas Turbine Degradation) ความดันอากาศขาเข้า(Inlet Pressure) อุณหภูมิที่ทางเข้าคอมเพรสเซอร์(Air Inlet Temperature) ความสะอาดของคอมเพรสเซอร์(Cleanliness of Compressor) การรักษาสมรรถนะของกังหันก๊าซที่ลงทุนน้อยที่สุดคือการรักษาความสะอาดของคอมเพรสเซอร์ และทำPM (Preventive Maintenance) โดยตรวจสอบสภาพเครื่องจักร กังหันก๊าซ ตามระยะเวลา ประจำวัน ประจำสัปดาห์ และประจำเดือน เพื่อทำการแก้ไขก่อนเกิดความเสียหายขึ้น

สุชาติ ศรีวรานนท์ [9] ทำการศึกษาการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของโครงการอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษา ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยกว่า 60 %จะถูกใช้ไปในเรื่องของระบบปรับอากาศและระบบส่องสว่าง ผลจากการศึกษาในระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น การสลับเดินเครื่องชิลเลอร์เพียง 1 ชุดในวันหยุด สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 235,619.20 บาทต่อปีเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ทางเลือกรองลงมาคือการติดตั้งชุดหอผึ่งน้ำชุดใหม่ สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 123,619.20 บาทต่อปี ในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนการทดแทนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพต่ำ 26 เครื่อง จะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 800,162.30 บาทต่อปี โดยมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.47 ปี และให้อัตราผลตอบแทนที่ 45.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในระบบส่องสว่างนั้น การเปลี่ยนใช้งานบัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงานแทนชนิดธรรมดาเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดโดยสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 24,974.21 บาทต่อปี รองลงมาคือ การเปลี่ยนใช้งานหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในแทนการใช้งานหลอดไส้ จะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 6,026.66 บาทต่อปี

ชัยพร วงศ์พิศาล [2] ทำการศึกษาการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟฟ้า เพื่อหามาตรการประหยัดพลังงานในส่วนที่เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า

และพลังงานความร้อน ด้วยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของเตาเผาโดยทำการปรับปรุงระบบควบคุมอากาศของเตาด้วยการปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง การควบคุมค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดด้วยการจัดเวลาทำงาน การลดการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าโดยนำภาระจากระบบที่ใช้ไฟฟ้าน้อยไปรวมกัน การเปลี่ยน Tap หม้อแปลงไฟฟ้า การศึกษารายละเอียดของการประหยัดพลังงานด้วยการหุ้มฉนวน และการแก้ไขเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้วยการติดตั้งคะแปซิเตอร์ ซึ่งทำให้สามารถประหยัดพลังงานในระบบต่างๆได้ประมาณ 17% ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยมีระยะเวลาคืนทุนในภาคไฟฟ้าภายใน 8 เดือน และภาคความร้อนอยู่ในช่วง5–24 เดือน

ดรุณี อาชวานันทกุล [10] ทำการศึกษาการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมหนังเทียม โดยใช้เทคนิคการประหยัดพลังงานด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

- การเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำด้วยการปรับอัตราส่วนอากาศ ต่อน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถประหยัดพลังงานได้ 3.63%
- การเปลี่ยนเกรดน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถประหยัดพลังงานได้ 9.50%
- การหุ้มฉนวนอุปกรณ์ทางความร้อนสามารถประหยัดพลังงานได้ 0.72%
- การปรับปรุงการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์สามารถประหยัดพลังงานได้ 7.70%
- การแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วยการติดตั้งคาปาซิเตอร์สามารถประหยัดพลังงานได้6.00%
- การเปลี่ยน Tap หม้อแปลงไฟฟ้าสามารถประหยัดพลังงานได้ 0.17%
- การตัดหม้อแปลงไฟฟ้าออกระหว่างหยุดทำงานสามารถประหยัดพลังงานได้ 0.70%

สงวน ตั้งโพธิธรรม [11] ทำการศึกษาการใช้และการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยมีการจัดตั้งคณะกรรมการจัดการพลังงานรับผิดชอบโครงการขึ้นเพื่อศึกษาหาแนวทางการประหยัดพลังงาน การศึกษาแบ่งเป็นสองภาค คือ ภาคไฟฟ้าเน้นเรื่องเส้นกราฟของโหลด ระบบส่องสว่าง และระบบปรับอากาศ ส่วนภาคความร้อนจะเน้นเรื่องประสิทธิภาพของการสันดาปและการใช้ไอน้ำ ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 10 % ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และจากการวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ก็ให้ผลของระยะเวลาคืนทุนที่สั้น

มนัส วัฒนธรรม [12] จากบทความเรื่อง “การประหยัดพลังงานในโรงงานทอผ้า” ได้นำเสนอแนวความคิดในการใช้ทรัพยากรทางพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยเสนอแนวคิด “Energy LAG” ซึ่ง LAG เป็นคำย่อมาจาก

L = Loss หมายถึง การสูญเปล่าของพลังงานในการที่ปล่อยความร้อนทิ้งหรือการรั่วไหล

A = Allowance หมายถึง ความฟุ่มเฟือยในการใช้พลังงานไปในการผลิตเพื่อปริมาณคุณภาพและเวลาอันมีสาเหตุมาจากเงื่อนไขในการปฏิบัติงาน

G = Gap หมายถึง ช่องว่างในการออกแบบและเงื่อนไขการใช้งาน โดยต้องคำนึงถึงปริมาณของ Load และประสิทธิภาพ

ดังนั้น LAG จึงเป็นการรวมของข้อสูญเสียในการใช้พลังงานไปอย่างไร้ประสิทธิภาพ

ไมตรี สุวรรณนัจศิริ [13] จากบทความเรื่อง “การประหยัดพลังงานในบริษัทไทยบริดจสโตน จำกัด” สรุปว่าได้มีการปรับปรุงการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเพิ่มอุณหภูมิของน้ำก่อนเข้าตัวหม้อไอน้ำโดยมีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง 1,320,000 บาท สามารถประหยัดน้ำมันเตาได้ปีละ 382,500 บาท และประหยัดน้ำที่จะต้องส่งเข้าตัวหม้อไอน้ำปีละ 108,000 บาทซึ่งจะสามารถคุ้มทุนภายใน 3 ปี และได้มีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนแปลงระบบการถ่ายเทความร้อนซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง 2,400,000 บาท โดยสามารถประหยัดค่ากระแสไฟได้เดือนละ 27,000 บาท นอกจากนี้ยังได้สรุปผลงานที่ได้ทำการประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้าตั้งแต่ปี 1975 โดยมีวิธีการประหยัดหลายอย่าง เช่น ลดอัตราการใช้แสงสว่าง, กำหนดเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องจักร, จัดทำระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ, ติดตั้งพัดลมระบายความร้อนที่หม้อแปลง, เปลี่ยนแปลงระบบการทำน้ำร้อน และ ซ่อมรอยรั่วโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับน้ำและลม เป็นต้น

สิงหา เจียมศิริ [14] จากบทความเรื่อง “บทบาทของวิศวกรรมอุตสาหการในการจัดการพลังงาน” โดยกล่าวว่า ในการจัดการพลังงานควรมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่แน่ชัดมีโปรแกรมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิผลและประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ผลตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยขึ้นอยู่กับการสนับสนุนจากฝ่ายบริหารระดับสูง และความร่วมมือจากบุคลากรทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ลักษณะเป้าหมายของการจัดการพลังงานอาจแบ่งได้ ดังนี้

- เพื่อทำกำไรสูงสุด จากการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิผล
- เพื่อปรับปรุงสถานภาพภายใต้สภาวะแข่งขันจากการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิผล
- เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะของบริษัทจากการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิผล

และในการที่จะบรรลุเป้าหมายดังกล่าวนั้นต้องมีวัตถุประสงค์ย่อยลงไปอีก ตัวอย่าง เช่น

- การกำหนดเป้าหมายในการประหยัดพลังงาน
- การลดความรุนแรงของผลกระทบในกรณีขาดแคลนพลังงาน
- การบันทึกข้อมูลและการทำรายงานอย่างสม่ำเสมอ (คล้ายกับการทำบัญชี ซึ่งมีเงินเป็นทรัพยากรที่จำกัด)
- การวิจัยและพัฒนาวิธีการที่จะประหยัดพลังงานหรือไม่ก็เพิ่มผลตอบแทนจากการลงทุนเกี่ยวกับพลังงาน
- การมีระบบสื่อสารที่ดีเกี่ยวกับเรื่องพลังงาน
- การส่งเสริมความสนใจและสำนึกเกี่ยวกับพลังงานให้แก่พนักงานของบริษัท เป็นต้น

การที่บริษัทจะดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการพลังงาน ควรที่จะเริ่มโดยการพิจารณาอย่างรอบคอบเกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์เหล่านี้ และที่สำคัญควรที่จะกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของโปรแกรมการจัดการพลังงานเป็นลายลักษณ์อักษร และประกาศให้พนักงานของบริษัททราบโดยทั่วกัน

สุพงศ์ ชยุตสาหกิจ [15] จากบทความเรื่อง “ประสบการณ์ประหยัดพลังงานในโรงงานของบริษัท เทยิน ลิเอสเตอร์” ได้กล่าวไว้ว่า หลักสำคัญในการทำโครงการประหยัดพลังงานไม่ใช่เป็นการห้ามใช้พลังงาน แต่เป็นการหาทางใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าที่สุด ให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด การประหยัดพลังงาน หมายถึง การทำให้ต้นทุนการผลิตสินค้าส่วนของพลังงานลดลง การประหยัดพลังงานจึงหมายถึง การหยุดยั้ง ลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นซ่อมและเปลี่ยนเครื่องจักรให้เหมาะสมป้องกันพลังงานรั่วไหล เก็บคืนพลังงานที่ทิ้งแล้ว ทดลองการใช้เชื้อเพลิงชนิดใหม่ พลังงานแหล่งใหม่ และการเพิ่มกำลังการผลิต

โสวัตร สวงรัมย์ [16] จากบทความเรื่อง “การประหยัดพลังงานในโรงกลั่นน้ำมันบางจาก” สรุปได้ว่า หลักการประหยัดเชื้อเพลิงในโรงกลั่นน้ำมัน มี 4 หัวข้อใหญ่ คือ

1. การเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้ ด้วยวิธีการลดอากาศส่วนเกินเพราะจะเกิดความร้อนสูญเสียเนื่องจากต้องใช้ไปในการเพิ่มอุณหภูมิของอากาศส่วนเกินนี้เอง, การตรวจสอบหารอยรั่วของเตาเพื่อป้องกันอากาศเข้าไปในเตา, การรักษาท่อน้ำมันภายในเตาให้สะอาดเพื่อให้การถ่ายเทความร้อนให้กับสิ่งที่ต้องการรับความร้อนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ, การทำน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยเพื่อให้เกิดการเผาให้อย่างสมบูรณ์, การรักษาหัวฉีดน้ำมันให้สะอาดเพื่อป้องกันการอุดตัน และการปรับแต่งหัวฉีดเพื่อการกระจายการเผาไหม้ทุกหัวฉีดให้เท่าๆกัน

2. การนำเอาความร้อนที่ใช้แล้วมาใช้เป็นประโยชน์อีกจากไอน้ำมัน,จาก Flue Gas หรือจากการนำความร้อนแฝงของ Exhaust Steam มาใช้

3. การประหยัดไอน้ำและไฟฟ้าด้วยการตรวจสอบรอยรั่วของไอน้ำ, ตรวจสอบการทำงานของ Steam trap, ตรวจสอบฉนวนหุ้มท่อไอน้ำ, การใช้ไอน้ำเพื่อช่วยให้น้ำมันเป็นฝอยเมื่อพ่นออกจากหัวฉีดน้ำมันและการใช้ Stripping steam และ Process steam

4. แผนการประหยัดพลังงาน

ผลการประหยัดพลังงานของโรงกลั่นน้ำมันบางจากตั้งแต่ปี 2518 – 2522 สามารถประหยัดพลังงานคิดเป็นเงินถึง 150 ล้านบาท

บทที่ 3

การศึกษาและวิเคราะห์สภาพปัญหาทั่วไปในการจัดการด้านพลังงาน

3.1 สภาพโดยทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง

การศึกษาสภาพโดยทั่วไปของโรงงานตัวอย่างนับเป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาและวิเคราะห์สภาพปัญหาทั่วไปในการจัดการด้านพลังงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 ประวัติความเป็นมาและภูมิหลังขององค์กร

โรงงานตัวอย่างเป็นโรงงานผลิตและจำหน่ายหม้อแปลงไฟฟ้า โดยโรงงานตั้งอยู่ที่ จังหวัดฉะเชิงเทราได้ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2530 ด้วยทุนจดทะเบียน 100 ล้านบาทบนเนื้อที่ประมาณ 20 ไร่ มีพนักงานทั้งสิ้น 2,159 คน โดยปัจจุบันโรงงานมีกำลังการผลิตโดยรวมทั้งหมด 44.6 ล้านชิ้นต่อปี ซึ่งถือได้ว่าเป็นโรงงานที่ได้ดำเนินการผลิตและจำหน่ายหม้อแปลงไฟฟ้าชั้นนำแห่งหนึ่งในประเทศไทย โดยบริษัทแม่อยู่ที่ประเทศญี่ปุ่น และยังมีบริษัทลูกในเครือตามประเทศต่างๆอีกหลายประเทศ เช่น ไทย เกาหลี จีน ฮ่องกง อังกฤษ และ แมกซิโก เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน คือ หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในเตาอบไมโครเวฟ และหม้อแปลงที่ใช้ในอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ต่างๆ เช่น วิทยุ เครื่องเสียง เครื่องถ่ายเอกสาร พรินเตอร์ และคอมพิวเตอร์เป็นต้น

กำลังการผลิตของโรงงาน และจำนวนสายการผลิตแบ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์ได้ดังตารางที่ 3.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 *กำลังการผลิตของโรงงานแบ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์*

ผลิตภัณฑ์	จำนวน สายการผลิต	กำลังการผลิต x1,000,000 (ชิ้น/ปี)
Transformer for Microwave Oven	8	4.0
Reactor for Air Conditioner	6	3.6
Power Transformer	7	3.0
Switching Transformer and Others	30	22.0
Power Supply Unit	14	6.0
Adaptor	4	3.0
SRLED (Single Reflection Light Emitting Diode)	1	3.0

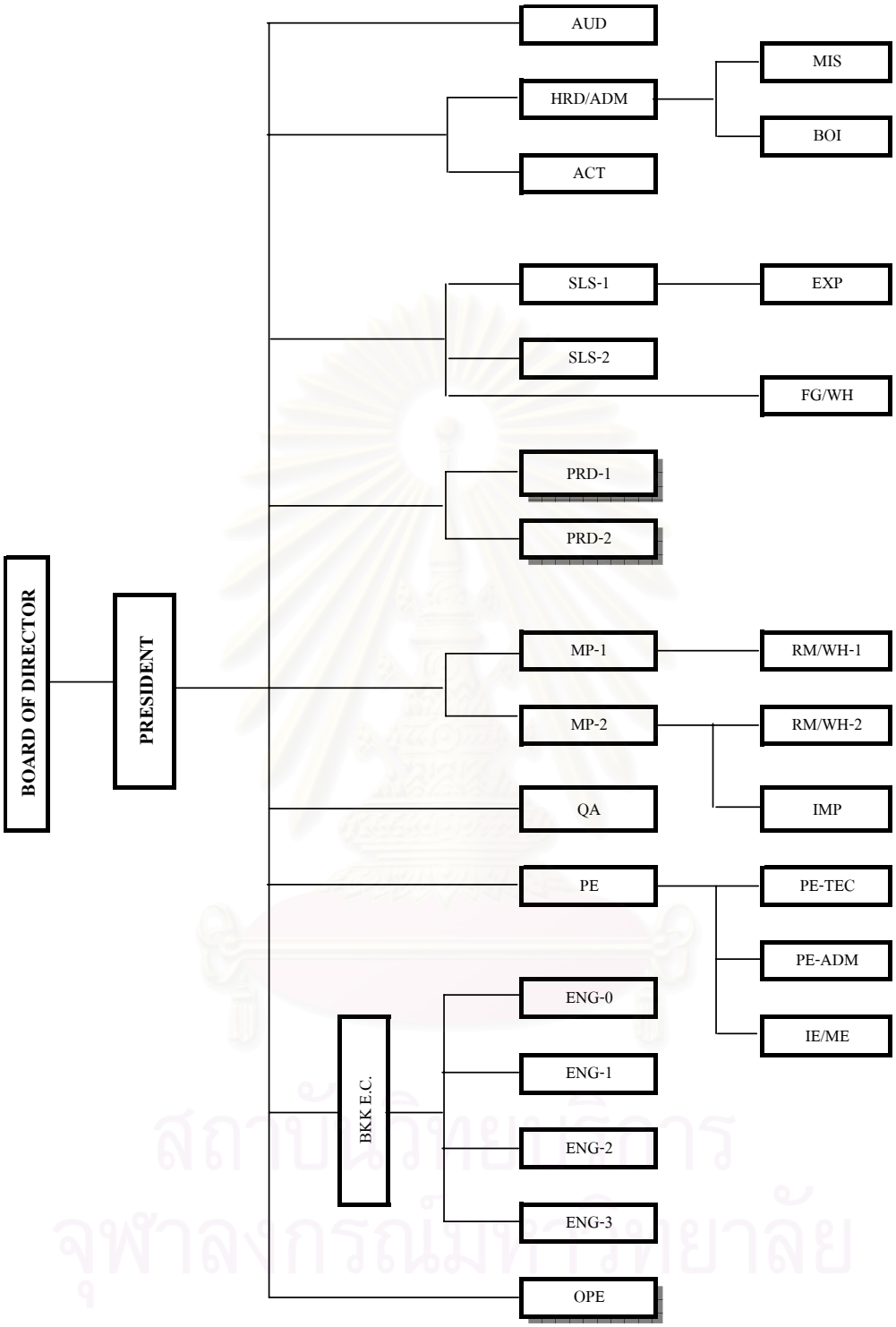
ผลิตภัณฑ์มีการจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ ภายใต้การบริหารด้วยสโลแกนที่ว่า ***"Quality is my life and development is my future."***

3.1.2 ลักษณะทั่วไปขององค์กร (Organization)

ลักษณะโดยทั่วไปขององค์กร เป็นองค์ประกอบที่แสดงให้เห็นถึงระบบความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและตำแหน่งต่างๆภายในองค์กรนั้นๆ ซึ่งโรงงานที่ทำการศึกษาเป็นโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าโดยมีรูปแบบลักษณะโครงสร้างและอำนาจความรับผิดชอบ ตามโครงสร้างองค์กรดังรูปที่ 3.1

โรงงานที่ทำการศึกษาประกอบด้วยแผนกผลิต 3 แผนก ตามส่วนที่แรเงาของแผนผังโครงสร้างองค์กรในรูปที่ 3.1 ซึ่งมีรายละเอียดเบื้องต้นดังนี้

1. แผนก PRD-1 จะทำหน้าที่ผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมี 4 แบบคือ
   - ELECTRIC RANGE LARGE: ERL
   - THYRISTOR TRANSFORMER: TR
   - SPOOL BOBBIN TRANSFORMER: SBT
   - SWITCHING TRANSFORMER: SWT
2. แผนก PRD-2 จะทำหน้าที่ผลิต SWITCHING POWER SUPPLY UNIT: PSU
3. แผนก OPE จะทำหน้าที่ผลิต หลอดไฟนำแสงอิเล็กตรอน

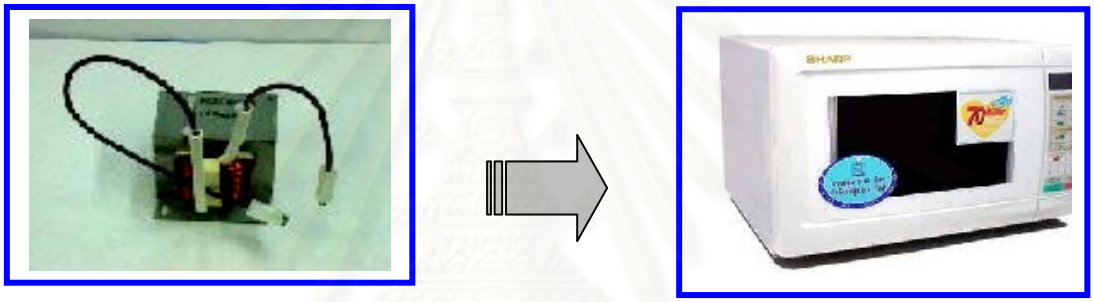


รูปที่ 3.1 แผนผังโครงสร้างองค์กรของโรงงานตัวอย่าง

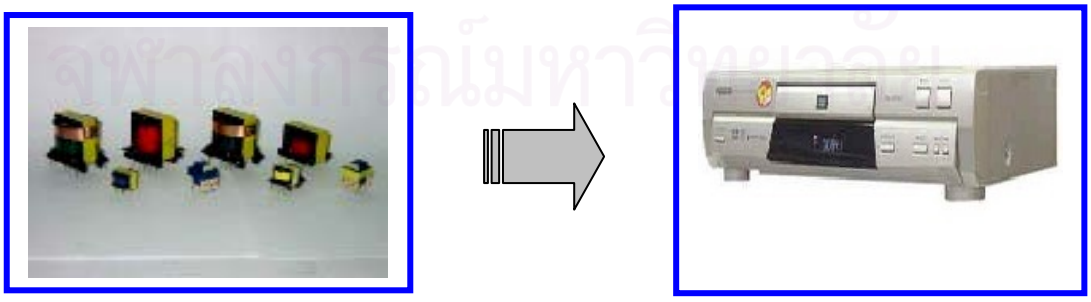
3.1.3 ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่างแบ่งตามแผนกได้ดังนี้

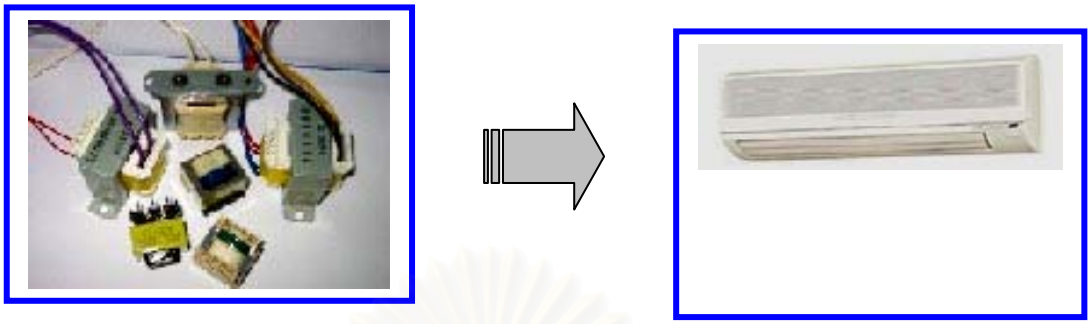
1. แผนก PRD-1 ผลิตภัณฑ์ได้แก่หม้อแปลงไฟฟ้าแบบ ERL, TR, SBT และ SWT ลักษณะภายนอก และการนำไปใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละชนิด แสดงได้ดังรูปที่3.2 –3.5
2. แผนก PRD-2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ SWITCHING POWER SUPPLY UNIT: PSU ลักษณะภายนอกและการนำไปใช้งานของ PSU แสดงได้ดังรูปที่ 3.6
3. แผนก OPE ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ หลอดไฟนำแสงอิเล็กตรอน



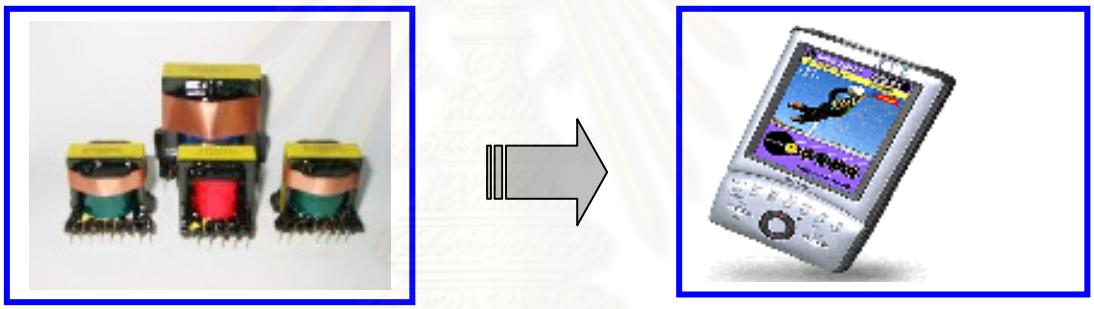
รูปที่ 3.2 หม้อแปลง ERL นำไปใช้ในเตาอบไมโครเวฟ



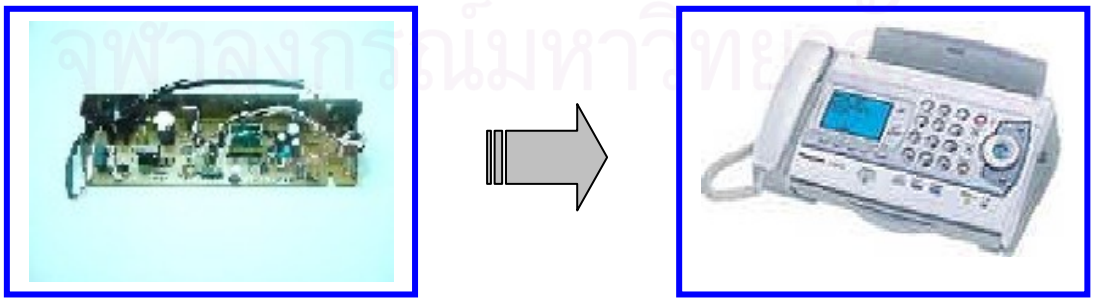
รูปที่ 3.3 หม้อแปลง TR นำไปใช้กับวิทยุ เทป เครื่องเล่นวีดีโอ



รูปที่ 3.4 *หม้อแปลง SBT นำไปใช้กับเครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ เครื่องถ่ายเอกสาร*



รูปที่ 3.5 *หม้อแปลง SWT ความถี่สูงนำไปใช้กับมือถือ คอมพิวเตอร์*



รูปที่ 3.6 *แผงวงจร PSU นำไปใช้กับแฟกซ์ โมเด็ม พรินเตอร์*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.4 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่างแบ่งตามแผนกได้ดังนี้

ก. แผนก PRD-1

หม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละชนิดที่ผลิตจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย แต่โดยส่วนใหญ่แล้วกระบวนการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละแบบ (model) จะมีกระบวนการผลิตคล้ายคลึงกัน กระบวนการผลิตมีดังนี้

1. พันขดลวด (Coil Winding) พันขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ ตามจำนวนรอบที่ระบุในคู่มือการทำงาน (Operation Guidance Sheet: O.G.S.)

2. พันเทปรอบขดลวด (Coil Taping) พันเทปรอบขดลวดเพื่อป้องกันความเสียหายต่อขดลวด

3. บัดกรี (Soldering) บัดกรีตะกั่วที่ขาทุกขาด้วยเครื่องอัตโนมัติ (Automatic Soldering Machine)

4. ประกอบแกนเหล็ก (Assembly Ferrite Core or E-lamination & Auto-hammering) ประกอบแกน (Core) รอบตัว E กับ Coil แกนของหม้อแปลงทำจากเหล็กผงที่นำมาอัดเป็นก้อน (Ferrite Core) หรือทำจากแผ่นเหล็กรูปตัว E นำมาเรียงสลับกันหลายๆชั้นแล้วใช้ค้อนตอกให้แน่นและมีผิวเรียบเสมอกัน

5. พันเทป (Core Taping) ติดเทปรอบแกนให้แน่น เพื่อป้องกันการเคลื่อนและผิดรูปร่าง

6. ทำเครื่องหมาย (Marking) Stampเครื่องหมายแสดงmodelและlot no.

7. ตรวจสอบขั้นที่ 1 (1st Inspection) ได้แก่ ตรวจสอบค่าทางไฟฟ้า ด้วยเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ และตรวจสอบความเรียบร้อยของลักษณะภายนอก

8. ชุบด้วยวานิชหรือเคลือบขี้ผึ้ง (Dipping or Wax) นำหม้อแปลงที่ประกอบเสร็จแล้วไปผ่านกระบวนการชุบด้วยวานิช (Dipping) หรือ ขี้ผึ้ง (Wax) เพื่อเพิ่มความสามารถในการระบายความร้อนและเป็นการเคลือบฉนวนไฟฟ้า

9. ทำการอบหม้อแปลง (Baking) เพื่อให้วานิชหรือขี้ผึ้งแห้ง

10. ทำความสะอาดวานิช หรือขี้ผึ้งส่วนเกินออก

11. ตรวจสอบขั้นที่ 2 (2nd Inspection) ทำการตรวจสอบค่าทางไฟฟ้าด้วยเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ และตรวจสอบความเรียบร้อยของลักษณะภายนอก

ข. แผนก PRD-2

แผงวงจร PSU ที่ผลิตได้ มีกระบวนการผลิตดังนี้

1. ยิงอุปกรณ์ด้วยเครื่อง Auto Insert Machine (AIM) นำแผ่นวงจร Print Circuit Board (PCB) เข้าเครื่อง AIM เพื่อทำการยิงอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์อัตโนมัติลงบนแผ่น PCB โดยใช้กาวเป็นตัวยึดระหว่างอุปกรณ์และแผ่น PCB

2. ตัดแต่ง (Forming/Cutting) ทำการตัดแต่งขาของอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ที่ไม่สามารถยิงด้วยเครื่อง AIM ได้ให้มีขนาดตามที่กำหนด

3. ใส่อุปกรณ์ (Insert) ทำการใส่อุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์จากข้อ 2 ลงบนแผ่น PCB

4. ลำเลียงแผ่น PCB เข้าสายการผลิตด้วย Conveyer

5. ตรวจสอบสายไฟ ขาอุปกรณ์ บนแผ่น PCB ว่าตรงขั้ว/สลับขั้วหรือไม่

6. บัดกรีอัตโนมัติ (Auto Soldering) นำแผ่น PCB ที่ใส่อุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์เรียบร้อยแล้วเข้าเครื่องบัดกรีอัตโนมัติ

7. ทำการบัดกรีอุปกรณ์ส่วนที่เหลือด้วยมือ (Correct hand soldering)

8. ตรวจสอบขั้นที่ 1 (1st Inspection) ได้แก่ ตรวจสอบค่าทางไฟฟ้าตามที่กำหนด (In circuit test)

9. ตรวจสอบค่าเฉพาะทางไฟฟ้า (Hi-pot Test) ได้แก่ ตรวจค่าความเป็นฉนวน ค่าความต้านทาน แรงดันทางไฟฟ้า

10. ทำเครื่องหมาย (Stamping)

11. ประกอบ (Case assembly & Labeling) ทำการประกอบแผงวงจร PCB ลงกล่อง

12. ตรวจสอบการทำงานจริง (Aging Test) ได้แก่ การตรวจสอบค่าทางไฟฟ้าต่างๆเมื่อมีการนำโหลดมาต่อใช้งานจริง

13. ตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Final Inspection) เป็นการตรวจสอบเหมือนการตรวจสอบขั้นที่ 1 อีกรอบโดยผลการตรวจจะต้องไม่ต่างจากครั้งแรกมากเกินที่กำหนด

ค. แผนก OPE

เนื่องจากแผนกนี้ได้เริ่มดำเนินการผลิตเมื่อเดือน กันยายน 2547 ปริมาณผลผลิตที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตติดตั้งถือว่ายังต่ำอยู่มาก เช่น เมื่อเดือน ธันวาคม 2547 ปริมาณผลผลิต 16,000 ชิ้น จากกกำลังการผลิตติดตั้ง 248,000ชิ้น เป็นต้น ทางโรงงานจึงมีการทำการ

ปรับปรุงกระบวนการผลิตอยู่ตลอด จนกระทั่งต้นปี 2549 จึงทำการปิดแผนกนี้ลงทำให้ไม่สามารถนำเสนอกระบวนการผลิตที่แน่นอนและถูกต้องของแผนกนี้ได้

3.1.5 การใช้พลังงาน

พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. พลังงานไฟฟ้า
2. พลังงานความร้อน
3. พลังงานจากน้ำมันดีเซล

ซึ่งพลังงานทั้ง 3 ส่วนจะมีการไหลของพลังงานไปใช้ยังส่วนต่างๆในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้น ดังต่อไปนี้

พลังงานไฟฟ้า ได้มาจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคซึ่งการใช้พลังงานจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ คือ

1. พลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิต
2. พลังงานที่ถูกนำไปใช้ในอาคารสถานที่

พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ในกระบวนการผลิต จะถูกนำไปใช้ยังส่วนต่างๆของกระบวนการผลิต โดยสามารถแบ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ตามแผนกต่างๆดังนี้

(1) พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ในแผนก PRD-1 เพื่อใช้เป็นพลังงานให้กับเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า

(2) พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ในแผนก PRD-2 เพื่อใช้เป็นพลังงานให้กับเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในการผลิตแผงวงจร

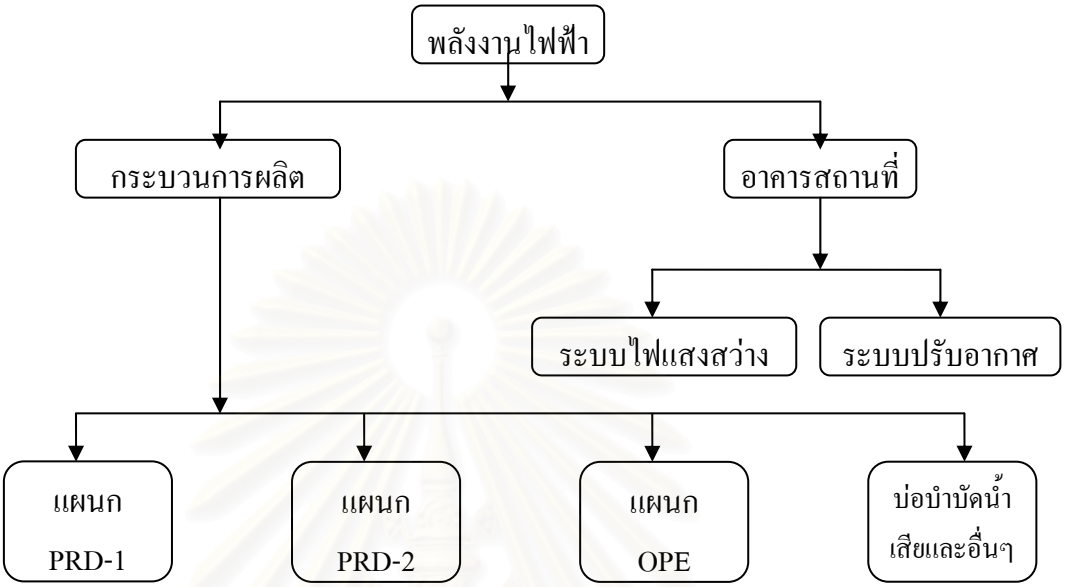
(3) พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ในแผนก OPE เพื่อใช้เป็นพลังงานให้กับเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในการผลิตหลอดไฟนำแสงอิเล็กตรอน

(4) พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ในเครื่องอัดอากาศ

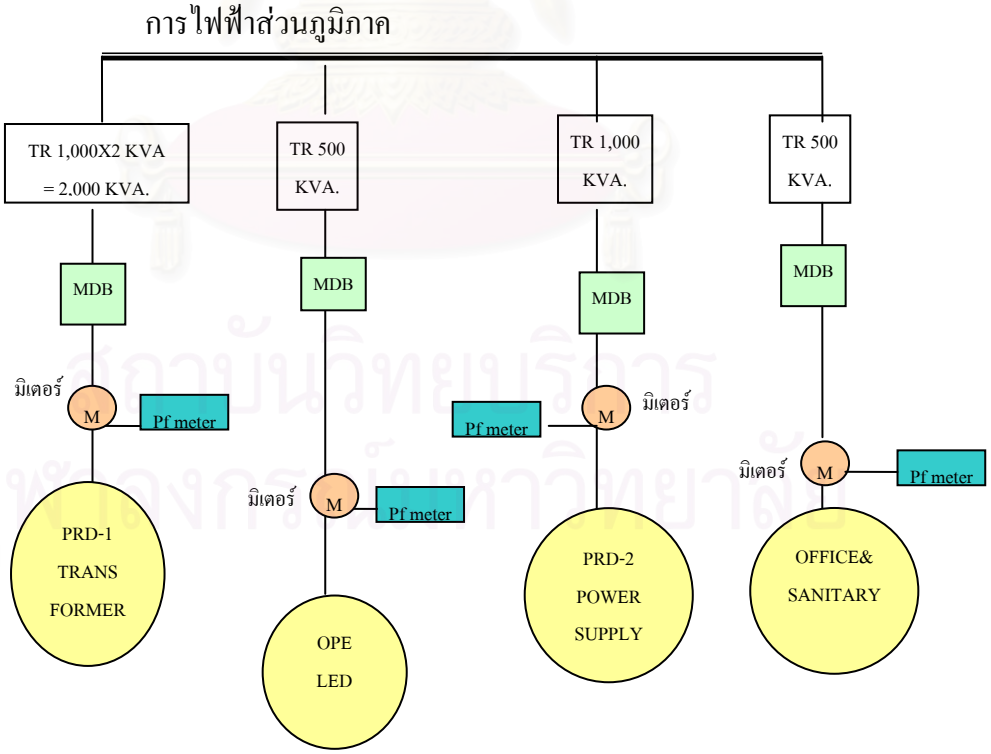
(5) พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ในส่วนอื่นๆ ที่เหลือ เช่น ใช้ในการสูบน้ำ และปั๊มน้ำที่บ่อบำบัดน้ำเสีย

พลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำไปใช้ในส่วนของอาคารสถานที่ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ พลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำไปใช้ในระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ

การไหลของพลังงานไฟฟ้าจากทั้ง 2 ส่วนและตำแหน่งการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 3.7 และ 3.8 ตามลำดับ

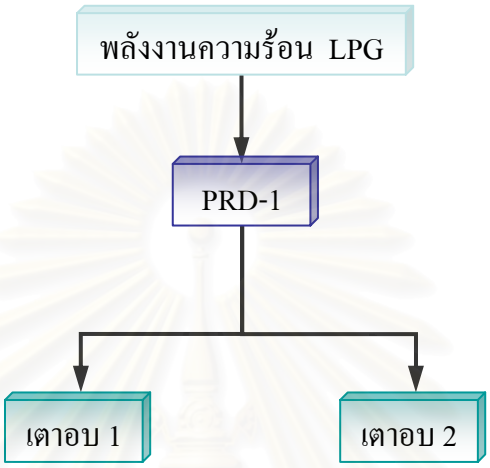


รูปที่ 3.7 แผนภาพการไหลของพลังงานไฟฟ้า



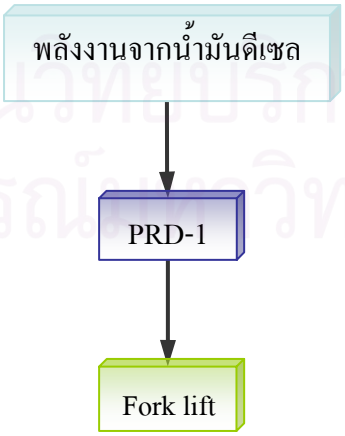
รูปที่ 3.8 ตำแหน่งการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า

พลังงานความร้อน ได้มาจากก๊าซ LPG มีการใช้เฉพาะแผนก PRD-1 เท่านั้นซึ่งเป็นเชื้อเพลิงหลักในกระบวนการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าโดยใช้ในเตาอบหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมี 2 ตัวด้วยกัน แผนภาพการไหลของพลังงานความร้อนจากก๊าซ LPG ในแผนก PRD-1 แสดง ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 *แผนภาพการไหลของพลังงานความร้อนจากก๊าซ LPG ในแผนก PRD-1*

พลังงานจากน้ำมันดีเซล ถูกนำไปใช้กับรถขนย้าย (Fork lift) ในแผนก PRD-1 เท่านั้นปริมาณการใช้จึงมีค่าน้อยประมาณ เดือนละ 2,040 ลิตรหรือประมาณ 1% ของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานทั้งหมด แผนภาพการไหลของพลังงานจากน้ำมันดีเซลในแผนก PRD-1 แสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 *แผนภาพการไหลของพลังงานจากน้ำมันดีเซลในแผนก PRD-1*

3.2 การบริหารการจัดการในการใช้พลังงานในอดีต

ในอดีตโรงงานตัวอย่างไม่ได้มีแผนบริหารการจัดการด้านพลังงานอย่างเป็นทางการในการจัดระบบ ควบคุม ดูแล การใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ โดยมีเพียงฝ่ายบัญชีทำหน้าที่บันทึกปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมของโรงงาน ไม่ได้แยกย่อยการใช้พลังงานออกเป็นแผนกว่าในแต่ละแผนกมีการใช้พลังงานในปริมาณเท่าใด ตรงส่วนไหนของแผนกมีการใช้พลังงานสูงสุด ดังนั้นแนวโน้มค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจึงเป็นค่าใช้จ่ายที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานอยู่มาก และยังคงไม่มีแบบแผนและแนวทางการจัดการด้านพลังงานที่เป็นรูปธรรมอย่างแท้จริง

ข้อมูลค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานที่เกิดขึ้นของโรงงานตัวอย่าง ได้มีการบันทึกแยกรายละเอียดข้อมูลอย่างชัดเจนและครบถ้วนเมื่อปี 2547 ซึ่งได้เริ่มมีการแต่งตั้งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานที่ชัดเจน โดยก่อนหน้านี้จะมีการบันทึกค่าใช้จ่ายด้านพลังงานโดยรวมไม่แยกรายละเอียดซึ่งยากแก่การนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลเพื่อทำการจัดการด้านพลังงานต่อไป

ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานโดยรวมปี 2547 มีค่า 26.52 ล้านบาท ซึ่งเป็นปีที่เริ่มมีการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่อีก 1 ตัว คือหลอดไฟนำแสงอิเล็กตรอน สามารถทำการผลิตผลิตภัณฑ์รวมทั้งหมด 40 ล้านชิ้น (กำลังการผลิตใน 1 ปี) ค่าสัดส่วนค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานแสดงได้ ดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 *สัดส่วนค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของโรงงานตัวอย่าง ปี 2547*

จากรูปที่ 3.11 สรุปสัดส่วนค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน ได้ดังนี้

1. พลังงานไฟฟ้า 22.56 ล้านบาท คิดเป็น 85% *
2. พลังงานความร้อนจากก๊าซ LPG 3.60 ล้านบาท คิดเป็น 14% *
3. พลังงานจากน้ำมันดีเซล 0.36 ล้านบาท คิดเป็น 1% *

จากมาตรฐานการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้โดยผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงาน เมื่อนำมากำหนดประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในปี 2547 จะทำให้ได้ประมาณการณ์อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานดังนี้

อัตราค่าไฟฟ้า ปี 2547 **	
อัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานประมาณการณ์	0.540 BAHT/UNIT
อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ปี 2547	0.564 BAHT/UNIT
อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ปี2547 เปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานประมาณการณ์	สูงกว่า 4.41 %
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น	952,988 BAHT

ตารางที่ 3.2 *เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าปี 2547 กับ อัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐาน*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ปี 2547 **	
อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนมาตรฐานประมาณการณ์	0.114 BAHT/UNIT
อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนเฉลี่ย ปี 2547	0.122 BAHT/UNIT
อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนเฉลี่ย ปี 2547 เปรียบเทียบกับ อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนมาตรฐานประมาณการณ์	สูงกว่า 6.90 %
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น	232,479 BAHT

ตารางที่ 3.3 *เปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนปี 2547 กับ อัตราค่าใช้จ่ายมาตรฐาน*

รวมค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไปจากทั้งสองส่วนเป็นจำนวนเงินประมาณการณ์ได้เท่ากับ 1,185,467 บาท

* รายละเอียดข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ข., ตารางที่ ข-1

** รายละเอียดข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ข.

จากสัดส่วนค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานจะเห็นว่าพลังงานไฟฟ้ามีสัดส่วนค่าใช้จ่ายถึง 85% ของค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานทั้งหมด และมีค่าใช้จ่ายสูงถึง 22.56 ล้านบาทต่อปีหรือประมาณ 1.88 ล้านบาทต่อเดือน จากการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบให้ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานในปี 2547 มีค่าสูงกว่าค่าใช้จ่ายพลังงานมาตรฐานประมาณการณ์ สภาวะปัญหาทางด้านพลังงานของโรงงาน จึงเป็นเรื่องที่ต้องรับการแก้ไขโดยเร่งด่วนซึ่งจากการศึกษารายละเอียดของปัญหาที่มีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของพลังงานอย่างรอบคอบ พอสรุปปัญหาได้ดังต่อไปนี้

(1) ปัญหาการขาดโครงสร้างการบริหารการจัดการด้านพลังงานขององค์กร

(2) ปัญหาการขาดการวางแผนในการจัดการด้านพลังงาน

(3) ปัญหาการขาดองค์กรเข้ามาควบคุมดูแลปริมาณและความต้องการการใช้พลังงาน

(4) ปัญหาการขาดการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน

(5) ปัญหาการขาดจิตสำนึกของพนักงานในการใช้พลังงาน

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นทั้ง 5 ข้อ ส่งผลเสียดังต่อไปนี้

ปัญหาการขาดโครงสร้างการบริหารการจัดการด้านพลังงานขององค์กร จะส่งผลต่อองค์กรอย่างมากในการควบคุมดูแลการใช้พลังงานของโรงงาน ตลอดจนการติดต่อประสานงานในทุกๆส่วนที่มีการใช้พลังงานในโรงงานเพราะมีผู้รับผิดชอบทางด้านพลังงานเพียงคนเดียว โดยยังไม่ได้มีคณะกรรมการการบริหารการจัดการด้านพลังงานที่มาจากทุกส่วนของโรงงาน

ปัญหาการขาดการวางแผนในการจัดการด้านพลังงาน ทำให้ขาดการวางเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการใช้พลังงาน ส่งผลให้นโยบายการจัดการด้านพลังงานไม่ถึงกลุ่มเป้าหมายในโรงงานอย่างแท้จริง ทำให้มีการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือยและไม่มีประสิทธิภาพในโรงงาน

ปัญหาการขาดองค์กรเข้ามาควบคุมดูแลปริมาณและความต้องการการใช้พลังงาน จะส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานที่สูง เนื่องจากการขาดการวางแผน การดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่อง การติดตามผล การประเมินผลและควบคุมดูแลการใช้พลังงานในโรงงานที่เกิดขึ้น โดยไม่มีผู้ใดมีอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบในการเข้ามาควบคุมการใช้พลังงานอย่างแท้จริง

ปัญหาการขาดการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน ทำให้ไม่สามารถทราบได้ถึงปริมาณของพลังงานที่ถูกใช้ไปในโรงงาน และที่สูญเสียไป การระบุถึงรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการและวิธีปฏิบัติในการใช้พลังงานอย่างถูกต้อง อีกทั้งยังไม่สามารถทราบถึงแหล่งที่มาและลักษณะการสูญเสียที่เกิดขึ้น

ปัญหาการขาดจิตสำนึกของพนักงานในการใช้พลังงาน เนื่องจากการขาดการประชาสัมพันธ์ การฝึกอบรม และการรณรงค์ให้พนักงานได้ทำความเข้าใจ และเรียนรู้ถึงปัญหาการใช้พลังงานอย่างไม่ถูกต้อง ซึ่งจะทำให้พนักงานเกิดจิตสำนึกในการใช้พลังงาน ถ้าหากว่ามีการอบรมและการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ที่ดีแล้ว พนักงานจะเข้ามามีส่วนร่วมและสามารถช่วยในการประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังคอยช่วยสอดส่องดูแลและช่วยขจัดความสูญเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้น ได้อีกด้วย

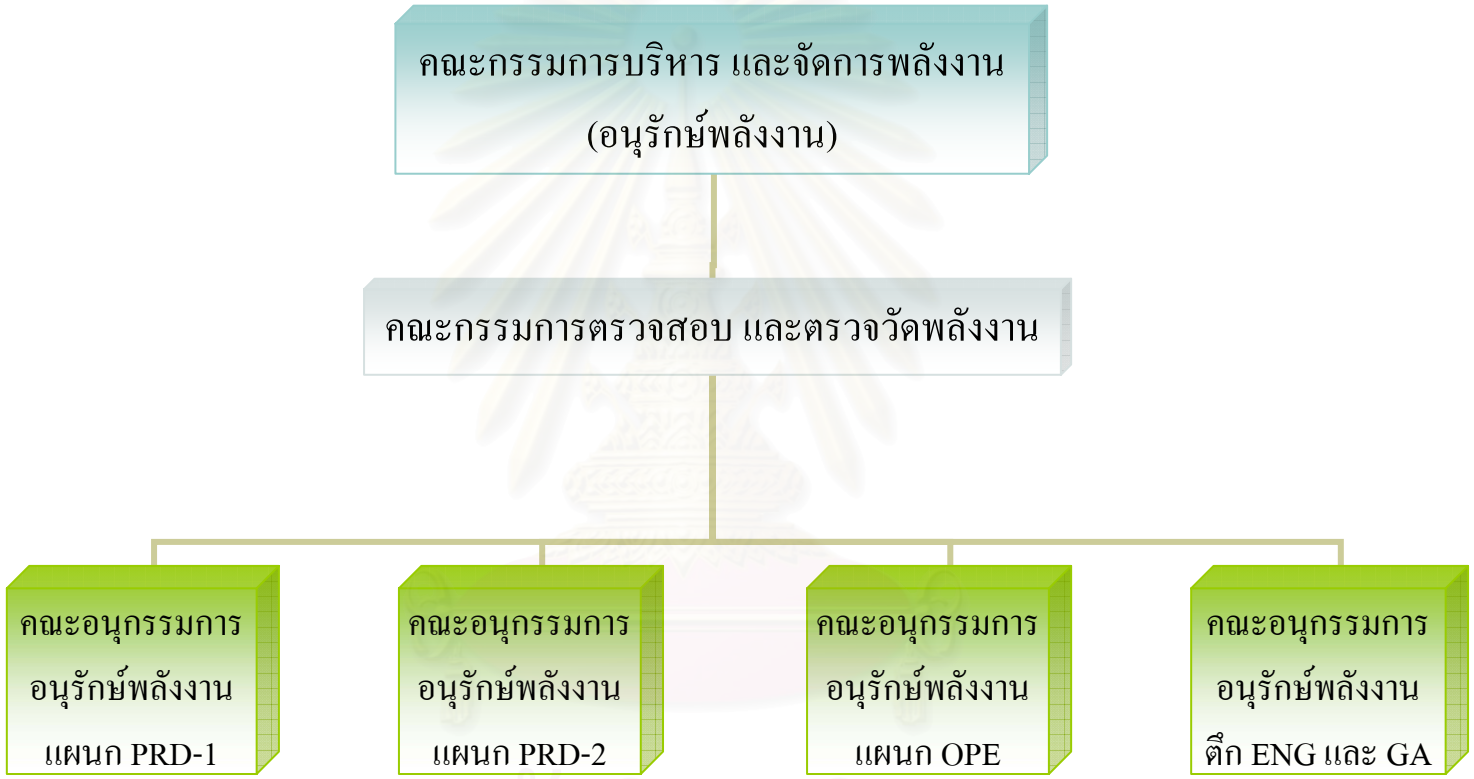
3.3 การบริหารการจัดการในการใช้พลังงานในช่วงแรก (7 เดือนแรก ปี 2548)

ช่วงต้นปี 2548 (7 เดือนแรก) ทางโรงงานเริ่มตระหนักถึงผลกระทบทางด้านพลังงานมากขึ้นเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น ทางโรงงานจึงเริ่มมีการจัดองค์กรการควบคุมการใช้พลังงานและลดต้นทุนการผลิต ช่วงเริ่มแรกของการดำเนินงานได้มีการจัดตั้งองค์กรการจัดการพลังงาน ซึ่งประกอบด้วยคณะกรรมการ ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการบริหารและจัดการพลังงาน (อนุรักษ์พลังงาน)
2. คณะกรรมการตรวจสอบ และ ตรวจวัดพลังงาน
3. คณะอนุกรรมการต่าง ๆ ดังนี้
   - คณะอนุกรรมการอนุรักษ์พลังงานแผนก PRD-1
   - คณะอนุกรรมการอนุรักษ์พลังงานแผนก PRD-2
   - คณะอนุกรรมการอนุรักษ์พลังงานแผนก OPE
   - คณะอนุกรรมการอนุรักษ์พลังงาน อาคารวิศวกรรม (ตึก ENG) และอาคารสำนักงาน (ตึก GA).

โดยโครงสร้างขององค์กรการจัดการพลังงานในช่วงแรก แสดงดังรูปที่ 3.12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.12 *โครงสร้างองค์กรการจัดการด้านพลังงานของโรงงานตัวอย่าง(ในช่วงแรก)*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 ทางโรงงานทำการวางแผนสำรวจการใช้พลังงานเบื้องต้น ประกอบกับข้อมูลที่เคยได้รับคำปรึกษาจากบริษัท อินเตอร์เอ็นจิเนียริ่ง เมเนจเมนท์ จำกัด ที่เคยให้การปรึกษาเกี่ยวกับเรื่องการใช้พลังงานเมื่อ ปี 2545 มาดำเนินการเป็นแนวทางในช่วงแรก และทางโรงงานเองเริ่มมีการจัดคณะกรรมการเข้ามาควบคุมดูแลการใช้พลังงานที่เกิดขึ้น แต่การจัดการพลังงานดังกล่าวมุ่งเน้นวัตถุประสงค์ไปในส่วนของ การลดการสูญเสียด้านอาคาร สถานที่ และการบำรุงรักษาดูแลเบื้องต้น (Inhouse Saving) เกือบทั้งหมด รวมทั้งมีการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น (Preliminary Audit) เพื่อจะได้จัดทำตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ตามกฎหมายเพียงเท่านั้น โดยคณะกรรมการขององค์กรการจัดการด้านพลังงานจะตรวจสอบและแก้ไขในเรื่องที่ง่ายและเห็นได้อย่างชัดเจนเท่านั้นเอง ซึ่งผลการดำเนินงานหลังจากที่ได้ทำการจัดการด้านพลังงานในช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 จะแสดงปริมาณการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในโรงงานอยู่ในภาคผนวก ข., ตารางที่ ข-4 ถึง ข-8

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานที่เกิดขึ้นของโรงงาน ช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 หลังจากดำเนินการผ่านไปในช่วงแรกนั้นผลปรากฏว่ายังคงลดลงไม่มากนัก ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปัญหาทางด้านเศรษฐกิจทำให้ยอดขายลดลงเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา ประกอบกับการเพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมาอีก 1 ตัว คือ หลอดไฟนำแสงอิเลคตรอนของแผนก OPE ที่มีการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเดิมอยู่มากแต่ยังมีการเดินเครื่องเท่าเดิม โดย ช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 มีผลผลิตหลอดนำแสงอิเลคตรอนเฉลี่ย 30,043 ชิ้นต่อเดือน เมื่อเทียบกับ ปี 2547 ที่มีผลผลิตหลอดนำแสงอิเลคตรอนเฉลี่ย 168,000 ชิ้น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานต่อหน่วยยังคงมากอยู่ และ แนวทางการจัดการด้านพลังงานก็ยังคงไม่เข้าถึงการแก้ไขปัญหาอย่างแท้จริง จึงได้ทำการเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้พลังงานในโรงงานเพื่อที่จะได้ทราบว่า ผลการดำเนินงานของการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในช่วงแรกนั้น มีสมรรถภาพที่ดีขึ้นเพียงใด โดยทำการเปรียบเทียบกับ ปี 2547 ได้ข้อมูลตามตารางที่ 3.4 ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 สมรรถภาพพลังงาน ช่วง 7 เดือนแรกปี 2548 เปรียบเทียบกับ ปี 2547

ปี	สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของโรงงาน (%) ***	สมรรถภาพพลังงานความร้อนของโรงงาน (%) ***
ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548	ลดลง 23.29	เพิ่มขึ้น 0.57

*** รายละเอียดข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ข., หัวข้อสมรรถภาพพลังงานของโรงงาน

จากผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพพลังงานทำให้ทราบว่า หลังจากที่มีการจัดตั้งองค์กรการจัดการด้านพลังงานแล้ว ผลงานที่เกิดขึ้นคือสามารถทำการปรับปรุงการใช้พลังงานความร้อนของโรงงานให้ดีขึ้นได้ แต่ในส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้ายังไม่สามารถปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานให้ดีขึ้นได้เลย ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าสมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าในโรงงานยังคงมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับปี 2547 ที่ผ่านมา ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่บ่งบอกได้ว่าการดำเนินงานการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าของโรงงานเมื่อเทียบกับปี 2547 ยังไม่ประสบผลสำเร็จ

สิ่งที่องค์กรการจัดการด้านพลังงานปรับปรุงในช่วงแรกนั้น ประสบความสำเร็จในส่วนของการรณรงค์ ประชาสัมพันธ์ ในด้านการประหยัดพลังงานในส่วนของอาคารสถานที่ และการบำรุงรักษาเบื้องต้น (Inhouse Saving) เท่านั้น ยังไม่ได้ดำเนินการเข้าไปในส่วนของการจัดการในกระบวนการผลิต เนื่องจากการที่จะเข้าไปดำเนินการในกระบวนการผลิตนั้นเป็นเรื่องยากเพราะการดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตนั้น จะต้องทำการติดต่อประสานงานและต้องได้รับการอนุญาต ให้ความร่วมมือ จากผู้บริหารที่ควบคุมการผลิตนั้นๆก่อน และการที่จะทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตจะต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้บริหารระดับสูงด้วย จึงจะดำเนินการได้ ทำให้การจัดการที่เกิดขึ้นดังกล่าวประสบความสำเร็จในระดับหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นจึงมีการดำเนินการปรับปรุงองค์กรการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้น ให้สามารถเข้าไปดำเนินการจัดการพลังงานในส่วนของกระบวนการผลิต (Process Improvement) ที่เกิดขึ้น โดยค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ด้านการใช้พลังงานมาจากส่วนนี้ จากการเก็บรวบรวมข้อมูล อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิตทั้งหมด และอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณผลผลิต ERL. ในช่วง 7 เดือนแรกของปี 2547 เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานการใช้พลังงานในโรงงานแล้วยังมีค่าสูง โดยข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนจะแสดงอยู่ในตารางที่ 3.5 และ 3.6 ต่อไปนี้

จากข้อมูลอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิตทั้งหมด และอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณผลผลิต ERL. นั้นยังคงมีค่าสูงกว่ามาตรฐานซึ่งสามารถแสดงในรูปกราฟที่ 3.13 และ 3.14 ต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 *สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้าช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 (ก่อนทำการปรับปรุง)*

เดือน ปี 2548	ผลผลิตทั้งหมด (UNIT)	ปริมาณ การใช้ไฟฟ้า (KWHR)	ปริมาณการใช้ ไฟฟ้าสูงสุด (KW)	ค่าการใช้ ไฟฟ้าสูงสุด (BAHT)	ค่าไฟฟ้าทั้งหมด (BAHT)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (BAHT/KWHR)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อ ปริมาณผลผลิต (BAHT/UNIT)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อ ปริมาณผลผลิต (KWHR/UNIT)
มกราคม	3,202,742	629,520	2,188	623,689.40	1,824,788	2.899	0.570	0.197
กุมภาพันธ์	3,140,852	666,240	2,228	635,091.40	1,934,077	2.903	0.616	0.212
มีนาคม	3,706,423	748,360	2,036	580,361.80	2,133,237	2.851	0.576	0.202
เมษายน	3,234,948	748,120	2,172	619,128.60	2,175,085	2.907	0.672	0.231
พฤษภาคม	3,237,924	812,200	2,044	582,642.20	2,315,163	2.850	0.715	0.251
มิถุนายน	2,431,971	773,720	2,080	592,904.00	2,471,376	3.194	1.016	0.318
กรกฎาคม	2,014,887	689,115	2,264	645,353.20	1,737,951	2.522	0.863	0.342
ผลรวม	20,969,747	5,067,275	15,012	4,279,170.60	14,591,677	ค่าเฉลี่ย = 2.875	ค่าเฉลี่ย = 0.718	ค่าเฉลี่ย = 0.250

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

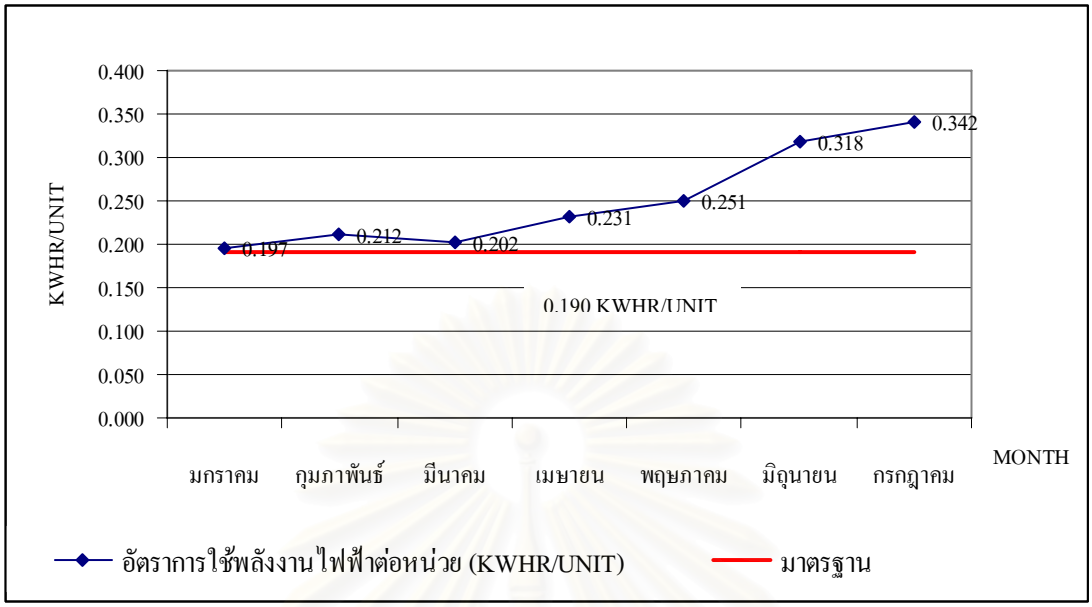
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 *สรุปผลผลิต ERL. การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 (ก่อนทำการปรับปรุง)*

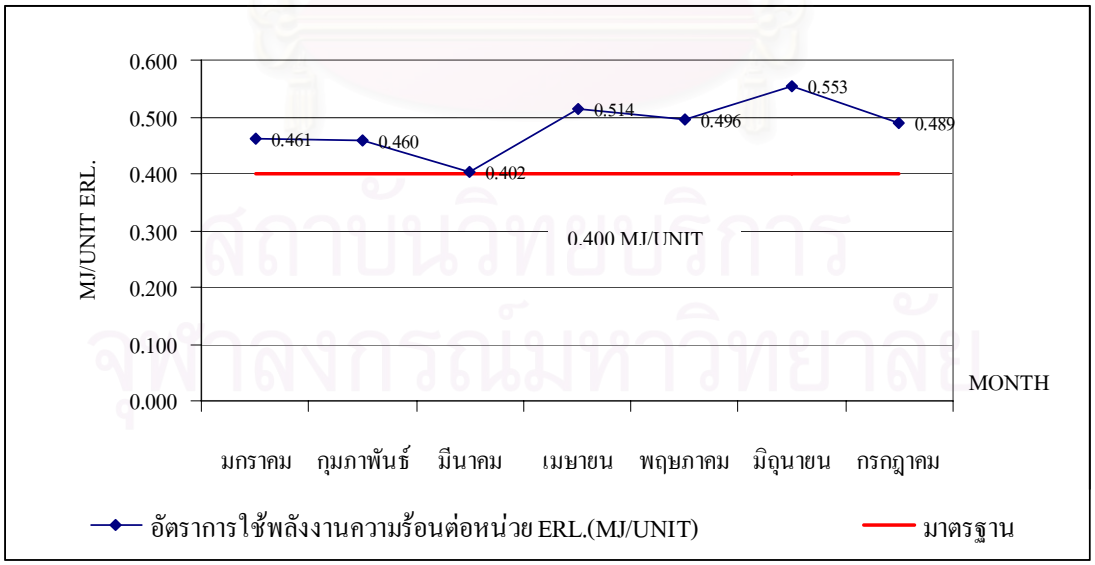
เดือน ปี 2548	ผลผลิต ERL. (UNIT)	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน LPG (MJ)	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG (BAHT)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อปริมาณการใช้พลังงานความร้อน LPG (BAHT/MJ)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (BAHT/UNIT)	อัตราการใช้พลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (MJ/UNIT)
มกราคม	2,292,355	1,056,880	292,105	0.276	0.127	0.461
กุมภาพันธ์	2,290,166	1,052,461	290,883	0.276	0.127	0.460
มีนาคม	2,694,704	1,082,090	299,081	0.276	0.111	0.402
เมษายน	2,410,052	1,239,580	342,600	0.276	0.142	0.514
พฤษภาคม	2,484,424	1,232,248	340,574	0.276	0.137	0.496
มิถุนายน	1,878,408	1,038,650	287,066	0.276	0.153	0.553
กรกฎาคม	1,519,810	743,859	205,577	0.276	0.135	0.489
ผลรวม	15,569,919	7,445,768	2,057,886	ค่าเฉลี่ย = 0.276	ค่าเฉลี่ย = 0.133	ค่าเฉลี่ย = 0.482

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.13 *กราฟอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยเปรียบเทียบกับมาตรฐาน(ก่อนปรับปรุง)*



รูปที่ 3.14 *กราฟอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อหน่วยERL.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน (ก่อนปรับปรุง)*

3.4 ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้น (ก่อนการปรับปรุง)

ทำการประเมินความสูญเสียทางด้านพลังงานที่เกิดขึ้น โดยทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานการใช้พลังงาน ที่ทางผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานระบุค่าอ้างอิงกับผู้ผลิตเครื่องจักร โดยสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

3.4.1 ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานไฟฟ้า

จากมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิตทั้งหมดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.190 KWHR/UNIT เมื่อนำมากำหนดเป็นอัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานที่เกิดขึ้นในช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 และทำการเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงได้ ดังตารางที่ 3.7

ปี	อัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานประมาณการณ์ (BAHT/UNIT)	อัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้น (BAHT/UNIT)	อัตราค่าไฟฟ้าที่สูงกว่ามาตรฐาน (%)
2548 (7เดือนแรก)	0.547	0.696	27.183

ตารางที่ 3.7 *อัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ช่วง 7 เดือนแรกปี 2548 เปรียบเทียบกับมาตรฐาน*

จากข้อมูลอัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิตทั้งหมดในช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 ที่เกิดขึ้นมีค่าสูงกว่าอัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานประมาณการณ์ จึงได้ทำการประเมินความสูญเสียด้านพลังงานไฟฟ้าได้ ดังนี้

ช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 จะมีค่าไฟฟ้าที่สูงกว่ามาตรฐาน เท่ากับ 3.12 ล้านบาท****

3.4.2 ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานความร้อน

จากมาตรฐานการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณผลผลิต ERL. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.400 MJ/UNIT.ERL เมื่อนำมากำหนดเป็นอัตราค่าใช้จ่ายมาตรฐานด้านพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 และทำการเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงได้ ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 *อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 เปรียบเทียบกับมาตรฐาน*

ปี	อัตราค่าใช้จ่าย มาตรฐานประมาณการณ์ พลังงานความร้อน (BAHT/UNIT)	อัตราค่าใช้จ่าย พลังงานความร้อน ที่เกิดขึ้น (BAHT/UNIT)	อัตราค่าใช้จ่าย พลังงานความร้อน ที่สูงกว่ามาตรฐาน (%)
2548 (7เดือนแรก)	0.111	0.132	19.554

จากข้อมูลอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณผลผลิต ERL. ในช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 ที่เกิดขึ้น มีค่าสูงกว่าอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนมาตรฐานที่ประมาณการณ์ขึ้น จึงได้ทำการประเมินความสูญเสียด้านพลังงานความร้อนได้ ดังนี้

ช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนที่สูงกว่ามาตรฐานเท่ากับ 0.34 ล้านบาท [****]

ถ้าคิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไป จากค่าไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนจะมีค่าดังนี้

ช่วง 7 เดือนแรก ของปี 2548 จะมีค่าใช้จ่ายที่ สูญเสียทั้งหมด เท่ากับ 3.45 ล้านบาท[****]

[****] รายละเอียดข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ข., การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงาน

จากการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในช่วงแรกจะเห็นได้ว่า ยังไม่ประสบความสำเร็จ เพราะยังเกิดค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไปในปริมาณที่สูง จากข้อมูลที่เกิดขึ้นยังได้ชี้ให้เห็นได้อีกว่าการจัดการด้านพลังงาน ยังคงไม่สามารถเข้าไปดำเนินการในส่วนของกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ที่มีส่วนสำคัญในการใช้พลังงานได้อย่างแท้จริง ทำให้เกิดการขาดประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงาน องค์กรการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในช่วงแรกนี้ จะต้องได้รับการดำเนินการปรับปรุงองค์กร เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างทั่วถึงในทุกส่วนของโรงงานต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานและความสูญเสียที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

การศึกษาการใช้พลังงานและการตรวจสอบ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโรงงานที่ต้องการให้มีการจัดการพลังงานที่ดี ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวัดการใช้พลังงานจริง การตรวจสอบพลังงานเป็นการชี้ให้เห็นถึงการไหลของพลังงาน และเป็นการหาปริมาณพลังงานที่ใช้ในแต่ละสถานที่ การทำการตรวจสอบพลังงานสามารถชี้ให้เห็นถึงว่าส่วนใดที่มีศักยภาพการประหยัดพลังงานสูง เป็นการช่วยให้ผู้บริหารสนใจอย่างถูกจุด เป็นหน้าที่ของผู้รับผิดชอบการจัดการพลังงานที่จะต้องจัดตั้งมาตรฐานการใช้พลังงาน เพื่อให้เปรียบเทียบสมรรถนะพลังงานและลดปัญหาการรณรงค์การประหยัดพลังงานในกรณีที่การตรวจวัดและการวิเคราะห์ไม่เป็นระบบ

การตรวจสอบพลังงานไม่ใช่สิ่งที่ทำครั้งเดียวแล้วใช้ได้ตลอด การตรวจสอบพลังงานเป็นงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้มีการเปรียบเทียบระหว่างทฤษฎีและผลการปฏิบัติ ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้นว่าพลังงานได้ถูกใช้ไปอย่างไรบ้าง ทำไมต้องใช้ และเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด เมื่อได้เข้าใจถึงรายละเอียดว่าพลังงานใช้ไปได้อย่างไรในโรงงานหนึ่งๆ ซึ่งจะทำให้เริ่มมองเห็นหนทางที่จะประหยัดพลังงานและลดต้นทุนค่าดำเนินการโรงงานลงได้

4.1 การศึกษาการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่าง

จากการศึกษาการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างสามารถแบ่งชนิดการใช้พลังงานออกได้ดังต่อไปนี้

1. การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานตัวอย่าง
2. การใช้พลังงานความร้อนของโรงงานตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานตัวอย่าง

พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในโรงงานตัวอย่างได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยแยกตามแผนก ในเดือนมิถุนายน 2548 ได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 *ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามแผนก ในเดือนมิถุนายน 2548*

DESCRIPTION	BAHT	ELECTRICITY (KWh)	PERCENT (%)
แผนก PRD-1 (ERL.)	1,532,156	479,676	62.00
แผนก PRD-2 (PSU.)	710,059	222,300	28.73
แผนก OPE	48,340	15,134	1.96
ตึก ENG. และ GA.	175,806	55,040	7.11
บ่อบำบัดน้ำเสีย	5,015	1,570	0.20
TOTAL	2,471,376	773,720	100

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.1 ทำการจำแนกข้อมูลตามสภาพการไหลของพลังงานไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้

1. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 718,680 KWh. คิดเป็น 92.89 % โดยแยกตามแผนก ดังนี้

- แผนก PRD-1 (ERL.) ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 479,676 KWh. คิดเป็น 62.00 %
- แผนก PRD-2 (PSU.) ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 222,300 KWh. คิดเป็น 28.73 %
- แผนก OPE ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 15,134 KWh. คิดเป็น 1.96 %
- บ่อบำบัดน้ำเสีย ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 1,570 KWh. คิดเป็น 0.20 %

2. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนของอาคารและสถานที่
ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 55,040 KWh. คิดเป็น 7.11 % โดยแยกตามแผนก ดังนี้

- ตึก ENG. และ GA. ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 55,040 KWh. คิดเป็น 7.11 %

จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเห็นได้ว่า พลังงานไฟฟ้าจำนวนถึง 93 % ในการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดเป็นการใช้ไปในกระบวนการผลิต ดังนั้นถ้ามีการจัดการพลังงานที่ดีในกระบวนการผลิตเหล่านี้ ก็จะสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้อย่างแท้จริง จึงได้ทำการตรวจสอบต่อไปว่า ในแต่ละสถานที่ มีอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการกำลังไฟฟ้าในปริมาณเท่าใด และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าใดที่ใช้กำลังไฟฟ้ารวมมากที่สุด ผลจากการเก็บข้อมูลได้แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 *เปอร์เซ็นต์กำลังไฟฟ้าแยกตามสถานที่และอุปกรณ์*

สถานที่ / อุปกรณ์	PRD-1 (KW)	PRD-2 (KW)	OPE (KW)	สำนักงาน (KW)	บ่อบำบัดน้ำเสีย (KW)	รวม (KW)	กำลังไฟฟ้า (%)
เครื่องจักร	691.457	344.29	73.15	-	-	1,108.897	43.21
เครื่องปรับอากาศ	475.78	280.36	49.4	236.8	-	1,042.340	40.62
เครื่องอัดอากาศ	150	67	20.6	-	-	237.600	9.26
ระบบแสงสว่าง	80.258	40.628	23.648	8.464	-	152.998	5.96
อื่นๆ	-	-	-	-	24.4	24.400	0.95
รวม (KW)	1,397.495	732.278	166.798	245.264	24.4	2,566.235	
กำลังไฟฟ้า (%)	54.46	28.54	6.50	9.55	0.95		100.00

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.2 สามารถจัดลำดับสถานที่ที่มีปริมาณกำลังไฟฟ้าจากมากไปน้อยได้ ดังนี้

1. แผนก PRD-1 กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 1,397.495 KW. คิดเป็น 54.46 %
2. แผนก PRD-2 กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 732.278 KW. คิดเป็น 28.54 %
3. สำนักงาน กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 245.264 KW. คิดเป็น 9.55 %
4. แผนก OPE กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 166.798 KW. คิดเป็น 6.50 %
5. บ่อบำบัดน้ำเสีย กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 24.40 KW. คิดเป็น 0.95 %

และสามารถจัดลำดับอุปกรณ์ที่ใช้กำลังไฟฟ้ารวมจากมากไปน้อย ดังนี้

1. เครื่องจักร กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 1,108.897 KW. คิดเป็น 43.21 %
2. เครื่องปรับอากาศ กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 1,042.340 KW. คิดเป็น 40.62 %
3. เครื่องอัดอากาศ กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 237.600 KW. คิดเป็น 9.26 %
4. ระบบแสงสว่าง กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 5.965 KW. คิดเป็น 5.96 %
5. อื่นๆ(ปั๊มน้ำ และ มอเตอร์) กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 24.40 KW. คิดเป็น 0.95 %

ผลจากการสำรวจปริมาณกำลังไฟฟ้าที่มีอยู่ในแต่ละสถานที่ ทำให้ทราบถึงแนวทางและตำแหน่งในการวางแผนการลดการใช้พลังงานได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปริมาณกำลังไฟฟ้าในแผนก PRD-1 และ PRD-2 มีค่ารวมกันถึง 83 % ในขณะเดียวกันปริมาณกำลังไฟฟ้ารวมที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์ เครื่องจักร และ เครื่องปรับอากาศ มีค่ารวมกันถึง 84 % ดังนั้นแนวทางการจัดการพลังงานเพื่อลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าจึงมุ่งไปที่เครื่องจักร และ เครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะในแผนก PRD-1 และ PRD-2 เป็นหลัก

การใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานตัวอย่างนั้น จากข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเห็นได้ว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่สูง อันจะส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่สูงด้วย ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าจะมีองค์ประกอบที่มีผลต่ออัตราค่าไฟฟ้า ดังนี้คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า และค่า FT Charge จากองค์ประกอบเหล่านี้ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะเรียกเก็บเงินจากลูกค้า โดยจะระบุค่าธรรมเนียม ดังนี้

1. ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) เป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้ใช้ไปในรอบเดือนนั้นๆ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็น บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ บาทต่อหน่วย ค่าไฟฟ้าในส่วนนี้เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา การดำเนินงาน และค่าเชื้อเพลิง โดยแบ่งออกไปตามระดับแรงดัน เรียกเป็น Energy Cost

2. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ความต้องการพลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนที่การไฟฟ้านำมาคิดค่าไฟฟ้ากับผู้ใช้ไฟฟ้านั้น คือ ความต้องการพลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ ที่เป็นค่าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ในช่วง On – Peak และ/หรือ Partial – Peak ในเดือนนั้นๆ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็น บาทต่อกิโลวัตต์ เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงการลงทุนในการขยายกำลังของระบบผลิต ระบบส่ง และระบบจำหน่ายไฟฟ้า ตามระดับแรงดัน เรียกเป็น Capacity Cost

3. ค่าตัวประกอบการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (FT Charge) เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่อยู่ในความควบคุมของการไฟฟ้า เช่น ราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปจากราคาฐานที่ใช้กำหนดอัตราค่าไฟฟ้า อัตราค่าตัวประกอบการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ มีหน่วยเป็น บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ บาทต่อหน่วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1.1 การวิเคราะห์ระบบต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของโรงงานตัวอย่าง

โรงงานตัวอย่างซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หมายเลขผู้ใช้ไฟ 990 – 002400 เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 4.1.2 อัตรา 40 (อัตราตามช่วงเวลาของวัน, TOD Rate)* ระดับแรงดันไฟฟ้า 22 – 33 KV. เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่แยกค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าออกจากกัน โดยมีการแบ่งแยกค่าความต้องการพลังไฟฟ้าให้มีอัตราที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของวัน ทั้งนี้เพื่อให้สะท้อนถึงต้นทุนของการผลิต การส่ง และการจำหน่ายไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ดังนี้

ก. ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) โดยช่วงเวลา 24 ชั่วโมงของวัน จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ปริมาณการใช้พลังไฟฟ้าช่วง	Peak	x	285.05 บาท	= ส่วนที่ 1
ระหว่างช่วงเวลา	18.30 – 21.30 น.		ทุกวัน	

ปริมาณการใช้พลังไฟฟ้าช่วง	Partial Peak	x	58.88 บาท	= ส่วนที่ 2
ระหว่างช่วงเวลา	08.00 – 18.30 น.		ทุกวัน	

(คิดพลังไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่เกิน On Peak)

ปริมาณการใช้พลังไฟฟ้าช่วง	Off Peak	x	0 บาท	= ส่วนที่ 3
ระหว่างช่วงเวลา	21.30 – 08.00 น.		ทุกวัน	

ดังนั้นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากค่าความต้องการพลังไฟฟ้าจะเท่ากับผลรวมของค่าใช้จ่าย ส่วนที่ 1 + ส่วนที่ 2 + ส่วนที่ 3

ข. ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า (Energy Charge)

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (KWh)	x	1.7034 บาท	

ค. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจาก (FT Charge)

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (KWh)	x	FT Charge บาท	

จึงได้ทำการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานเพื่อใช้เป็นตัวอย่างสำหรับการคำนวณค่าไฟฟ้า ในช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 *ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548*

เดือน ปี 2548	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (KWh)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (KW)	ค่าการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (BAHT)	ค่าไฟฟ้าทั้งหมด (BAHT)
มกราคม	629,520	2,188	623,689.40	1,824,788
กุมภาพันธ์	666,240	2,228	635,091.40	1,934,077
มีนาคม	748,360	2,036	580,361.80	2,133,237
เมษายน	748,120	2,172	619,128.60	2,175,085
พฤษภาคม	812,200	2,044	582,642.20	2,315,163
มิถุนายน	773,720	2,080	592,904.00	2,471,376
กรกฎาคม	689,115	2,264	645,353.20	1,737,951
ผลรวม	5,067,275	15,012	4,279,170.60	14,591,677

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

* รายละเอียดอัตราค่าไฟฟ้าแต่ละประเภทของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอยู่ในภาคผนวก ค.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเดือน มิถุนายน 2548

<u>ข้อมูล</u>

ความต้องการพลังไฟฟ้า

ช่วง Peak	2,080	KW
ช่วง Partial Peak	2,700	KW
ช่วง Off Peak	2,212	KW

พลังงานไฟฟ้า	773,720	KWh
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft)	0.4683	บาท / KWh
ค่าไฟฟ้าประจำเดือน	มิถุนายน	2548

<u>การคำนวณ</u>

1. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า = (2,080 x 285.05) + [(2,700 – 2,080) x 58.88]
   = 629,409.60 บาท

2. ค่าพลังงานไฟฟ้า = 773,720 x 1.7034
   = 1,317,954.65 บาท

3. ค่าไฟฟ้าตามอัตราการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft)
   = 773,720 x 0.4683
   = 362,333.08 บาท

รวมเงินค่าไฟฟ้า = 629,409.60 + 1,317,954.65 + 362,333.08
= 2,309,697.33 บาท

ภาษีมูลค่าเพิ่ม(VAT 7%) = 2,309,697.33 x 0.07
= 161,678.81 บาท

รวมเงินค่าไฟฟ้า(รวมVAT 7%) = 2,309,697.33 + 161,678.81
= 2,471,376.14 บาท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากองค์ประกอบของค่าใช้จ่ายของพลังงานไฟฟ้าในโรงงานตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าผู้ใช้ไฟประเภทนี้จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าในอัตราคงที่ไม่ขึ้นกับระยะเวลาที่ใช้ แต่จะเสียค่าความต้องการพลังไฟฟ้าโดยขึ้นกับช่วงเวลาของวัน นั่นคือ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าในช่วง 18.30 – 21.30 น. จะมีราคาแพงที่สุด แต่ในช่วงเวลา 21.30 – 08.00 น. ไม่ต้องเสียค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและการจัดการพลังงานที่ดี อีกทั้งยังคุ้มค่ากับเงินที่จะต้องจ่ายส่วนนี้ ดังนั้นถ้าสามารถปรับการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับช่วงเวลาของวันได้ก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนได้อย่างมาก และเป็นเครื่องแสดงให้เห็นว่า โรงงานนั้นมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับสูง

แนวทางการลดค่าไฟฟ้าของโรงงานตัวอย่างที่เหมาะสม กับการใช้ไฟประเภทนี้สามารถดำเนินการได้ 2 แนวทาง คือ

1. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า ทำได้ดังนี้
   - การเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง
   - การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน โดยการเปิดใช้งานเท่าที่จำเป็นและใช้งานอย่างเหมาะสม
2. หลีกเลี่ยงการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าแพง คือ ช่วงเวลา 18.30 – 21.30 น. ของทุกวัน และเพิ่มการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าถูกหรือไม่ต้องเสียค่าพลังไฟฟ้า คือช่วงเวลา 21.30 – 08.00 น. ของทุกวัน ในช่วงเวลาที่ต้องเสียค่าความต้องการพลังไฟฟ้าจะต้องใช้ไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอด้วย ซึ่งแนวทางในการดำเนินการคือการย้ายโหลดไปเดินช่วงเวลาอื่นแทน

จากข้อมูลการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า ช่วง 7 เดือนแรกของปี 2548 ในตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในส่วนของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak) นั้นมีค่าที่สูงอยู่ ถ้ามีการควบคุมการใช้พลังงานที่ดี มีองค์กรมาทำหน้าที่ควบคุมดูแลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตามแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันให้เหมาะสม ก็จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลดลงได้ เพราะความต้องการพลังไฟฟ้าทุกๆ 1 กิโลวัตต์ที่เพิ่มขึ้นในช่วง On Peak (18.30 – 21.30 น.) จะต้องเสียค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอีก 285.05 + VAT 7% รวมเป็นเงิน 305 บาทต่อกิโลวัตต์เลยทีเดียว

4.1.2 การใช้พลังงานความร้อนของโรงงานตัวอย่าง

พลังงานความร้อนที่ใช้ในโรงงานตัวอย่าง เป็นพลังงานความร้อนที่ได้รับจากก๊าซปิโตรเลียมเหลว Liquefied Petroleum Gases หรือ แอลพีจี (LPG) ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงของเตาอบในกระบวนการอบหม้อแปลงที่แผนก PRD-1(ERL.) โดยเตาอบในแผนกมี 2 ตัว คุณลักษณะรูปร่างและการทำงานเหมือนกันทุกประการ ผลการตรวจสอบข้อมูลการใช้งาน LPG โดยใช้ฐานข้อมูลเมื่อปี 2547 ปรากฏว่ามีการใช้งาน LPG โดยเฉลี่ย 18 ชั่วโมงต่อวัน หรือประมาณ 5,504 ชั่วโมงต่อปี โดยมีข้อมูลเบื้องต้น ดังตารางที่ 4.4

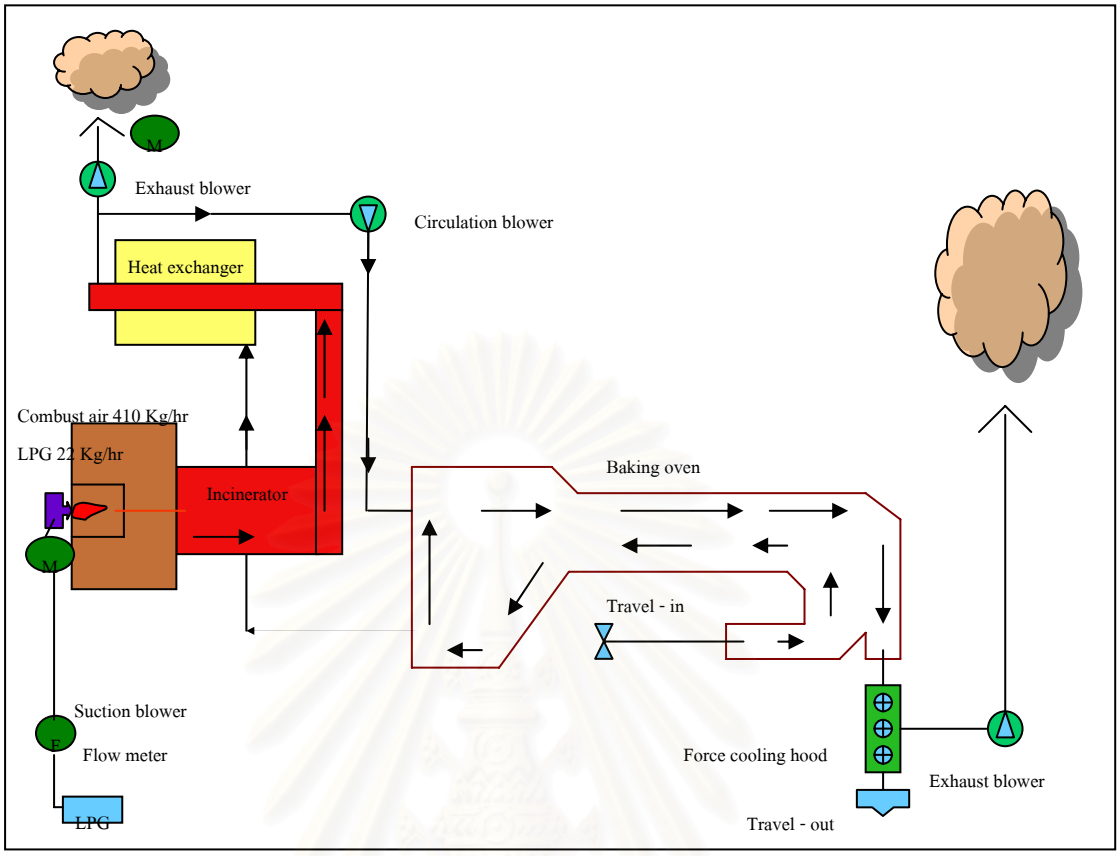
ตารางที่ 4.4 *สัดส่วนการใช้พลังงานความร้อน*

อุปกรณ์ / ระบบ	ชั่วโมงทำงานต่อปี (hr)	อัตราการไหลเชื้อเพลิงจริง (Kg/hr)	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (Kg/ปี)	เปรียบเทียบ (%)
เตาอบตัวที่ 1	5,504	22.3	122,747	48.9
เตาอบตัวที่ 2	5,504	23.3	128,269	51.1
รวม	-	45.6	251,016	100

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์การใช้งานเตาอบทั้ง 2 ตัวมีค่าใกล้เคียงกันมากและอัตราการไหลของเชื้อเพลิงก็มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงสามารถวิเคราะห์การทำงานของเตาอบด้วยรูปแบบเดียวกันได้ โดยพลังงานความร้อนที่ได้จากการสันดาปเชื้อเพลิง LPG ที่ได้จากการเผาไหม้บริเวณเตาอบนี้ จะไหลไปตามท่อนำอากาศร้อนตามกระบวนการทำงานของเตาอบที่เกิดขึ้นดังรูปที่ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

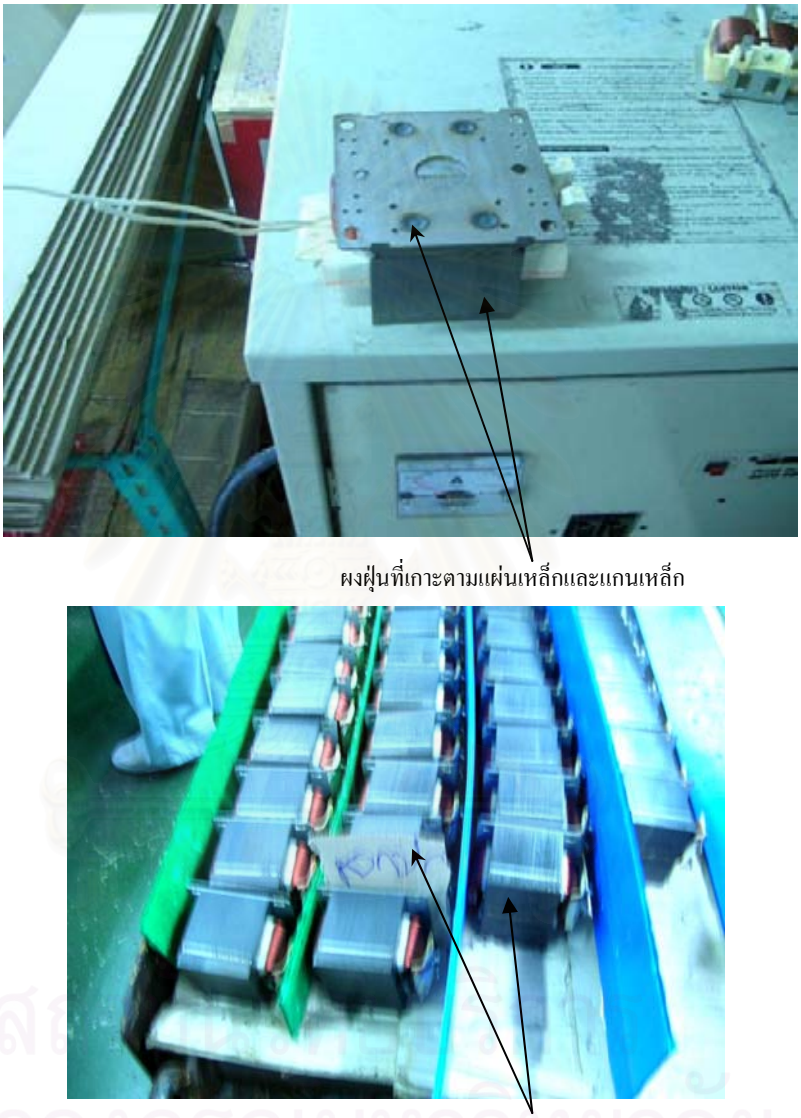


รูปที่ 4.1 *เตาอบให้ความร้อนในกระบวนการอบหม้อแปลง*

จากรูปที่ 4.1 เตาอบมีกระบวนการการทำงานโดยเริ่มจากภายในเตาเผาให้ความร้อน มีหัวเผาทำการจุดเผาเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมระหว่างก๊าซ LPG ด้วยอัตราการไหล 22 Kg/hr (10.784 Nm^3/hr) และอากาศ ด้วยอัตราการไหล 410 Kg/hr หลังจากนั้นอากาศร้อนก็ไหลไปตามท่อผ่าน HEAT EXCHANGER และมี CIRCULATION BLOWER เป่าอากาศร้อนด้วยอัตราการไหล 16,150 Kg/hr ที่อุณหภูมิ 180°C ท่ออากาศร้อนเหล่านี้จะวางส่งความร้อนต่อไปยังเครื่อง BAKING OVEN ซึ่งทำหน้าที่อบหม้อแปลงด้วยวานิชโดยมีเครื่อง FORCE COOLING HOOD จ่ายน้ำหล่อเย็นไปยังเครื่อง BAKING OVEN เพื่อรักษาอุณหภูมิที่ 140°C ตลอดเวลา (ถ้าอุณหภูมิมากหรือน้อยไปจะทำให้หม้อแปลงเสียได้)

จากการสำรวจและสอบถามวิศวกรควบคุมเตาอบของผู้วิจัยเมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2548 ผลปรากฏว่า ผู้ที่รับผิดชอบควบคุมเตาอบเป็นวิศวกรไฟฟ้าและไม่ได้มีความรู้ทางด้านนี้โดยตรงทำให้การใช้งานเตาอบ ไม่มีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้งานในปัจจุบันว่าอยู่ระดับใดและมีการสูญเสียเกิดขึ้นตรงส่วนไหนบ้างสิ่งเหล่านี้อาจทำให้ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานความร้อนมีค่าสูงกว่า

ที่ควรจะเป็นได้ ในขณะเดียวกันมีข้อมูลของเสียจากแผนกผลิต PRD-1 (ERL.) ในเรื่องหม้อแปลงที่สกปรกมีมากขึ้นซึ่งจะสังเกตเห็นผงฝุ่นเกาะตามแผ่นเหล็กและแกนเหล็กดังรูปที่ 4.2 ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งมีปัญหาทางด้านพลังงานความร้อนนั่นเอง



***รูปที่ 4.2** หม้อแปลงสกปรกที่เกิดจากผงฝุ่นเกาะตามแผ่นเหล็กและแกนเหล็ก*

ดังนั้นการตรวจสอบและวิเคราะห์ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น และปริมาณความร้อนที่ถูกใช้ไปในส่วนต่างๆจึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วน ในการลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานความร้อน การหาประสิทธิภาพของกระบวนการทำความร้อน จะเป็นสิ่งที่จะบอกถึงจุดสูญเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถทำได้โดยการทำสมดุลยความร้อน แต่ปัจจุบันทางโรงงานยังไม่มีอุปกรณ์เครื่องมือในการวิเคราะห์บางตัว ทางฝ่ายผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงาน จึงมีการเริ่มดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์และเริ่มมีการเจาะรูปล่องระบายความร้อนดังรูปที่ 4.3 เพื่อทำการตรวจวัดหาค่าความร้อนรวมทั้งปริมาณ CO_2, CO และ O_2 เพื่อคำนวณสมดุลยความร้อนหาประสิทธิภาพของเตาอบต่อไป

รูปที่ 4.3 *ทำการเจาะรูปล่องระบายความร้อนเพื่อหาค่าปริมาณ O_2 และ CO*

4.1.2.1 การวิเคราะห์ระบบต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนของโรงงานตัวอย่าง

ระบบต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน

ปริมาณ LPG ที่ใช้ (Kg) X ราคา LPG ต่อ Kg (13.88 บาท/Kg)

ตัวอย่าง ต้นทุนของค่าใช้จ่ายจากพลังงานความร้อนในเดือน มิถุนายน 2548 มีดังนี้

ปริมาณ LPG ที่ใช้ (Kg) X ราคา LPG ต่อ Kg (13.88 บาท/Kg)

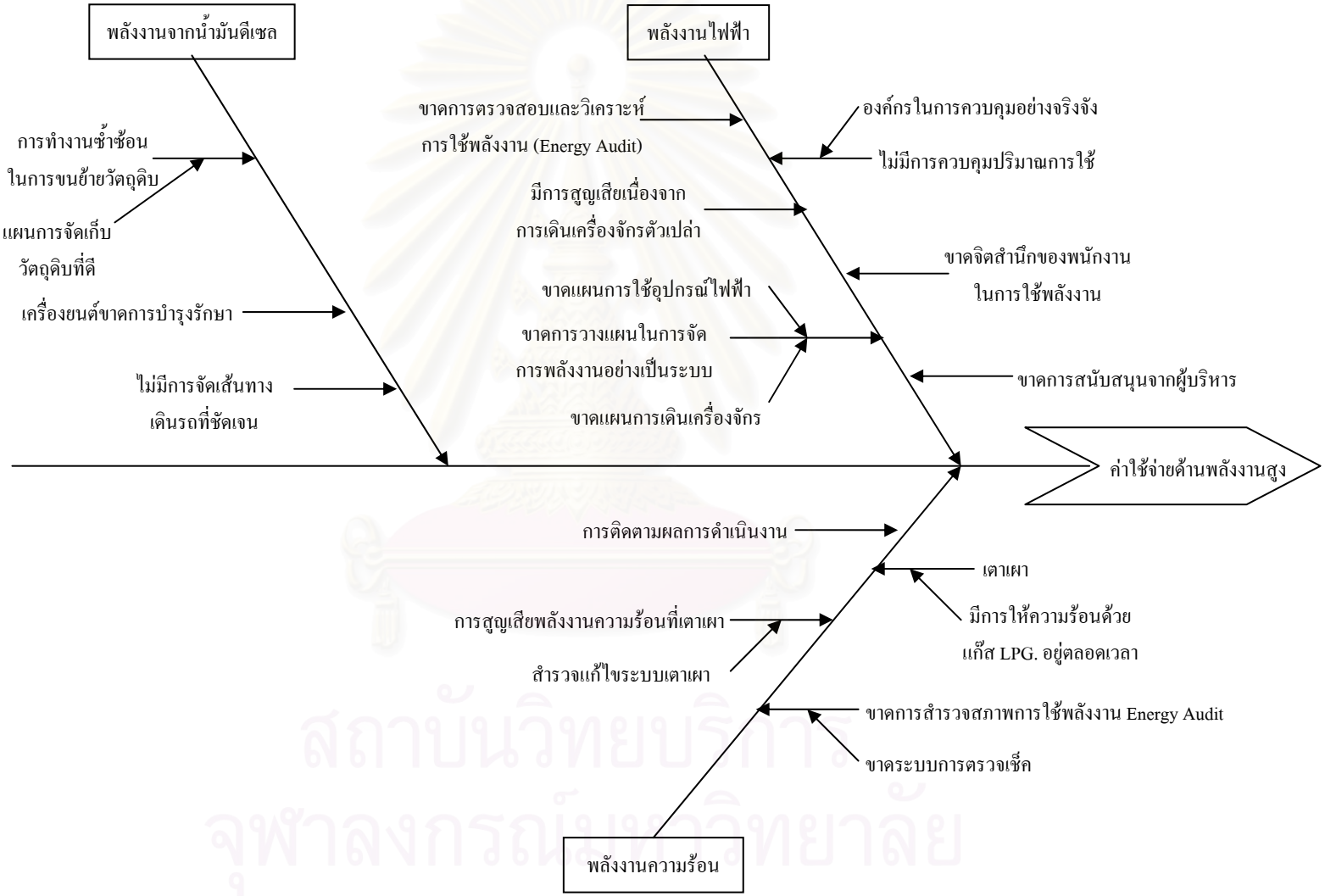
= 20,682 Kg. X 13.88

= 287,066 บาท

4.2 วิเคราะห์สาเหตุของความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้น

จากการตรวจสอบ ปริมาณการใช้พลังงานและวิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในโรงงานตัวอย่างนั้น ทำให้ทราบว่า การจัดการด้านพลังงานที่ผ่านมายังคงไม่เข้าถึงระบบการจัดการด้านพลังงานของโรงงานอย่างแท้จริง ทำให้ยังคงมีปริมาณการใช้พลังงานอย่างมากซึ่งจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูง และยังคงมีจุดต่างๆที่ต้องทำการปรับปรุงโดยควรมุ่งเน้นเข้าไปดำเนินการจัดการในกระบวนการผลิต (Process Improvement) ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นส่วนที่มีการใช้พลังงานเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุความสูญเสียด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นโดยใช้ Cause and effect diagram ดังรูปที่ 4.4 ต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



***รูปที่ 4.4** แผนภูมิวิเคราะห์สาเหตุค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูง*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้แผนภูมิ Cause and effect diagram ทำให้สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาการขาดการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง
2. การขาดแผนการเดินเครื่องจักร และ แผนการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า
3. องค์กรการจัดการพลังงานที่ตั้งขึ้นนั้นเป็นองค์กรขนาดเล็ก ไม่สามารถดำเนินงานได้ครบทุกส่วนของโรงงาน
4. การขาดการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างจริงจัง
5. ไม่มีระบบการติดตามผลการดำเนินงาน
6. ไม่มีการส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มย่อยและข้อเสนอแนะด้านพลังงาน ทำให้พนักงานขาดจิตสำนึกในการใช้พลังงาน

ปัญหาการขาดการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง การจัดการพลังงานควรที่จะได้รับการสนับสนุนและส่งเสริมจากผู้บริหารระดับสูง เพื่อที่จะดำเนินการวางนโยบายการจัดการพลังงานและเพื่อแสดงว่าทางโรงงานจะดำเนินการในเรื่องดังกล่าวอย่างจริงจัง ซึ่งจะส่งผลให้พนักงานในระดับต่างๆ มีความเข้าใจและตั้งใจที่จะดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ การขาดการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงนั้นจะส่งผลให้พนักงานขาดความมั่นใจในสิ่งที่ดำเนินการลงไป และไม่แน่ใจว่าในสิ่งที่ทำไปดังกล่าวนั้นจะได้รับผลตอบแทนในลักษณะใด ทำให้การดำเนินการในเรื่องต่างๆ มีความล่าช้า และความตั้งใจในการทำงานลดน้อยลง ดังนั้น องค์กรการจัดการพลังงานที่เกิดขึ้น จึงควรที่จะได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงอย่างเป็นทางการเพื่อที่จะให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างแท้จริง

การขาดแผนการเดินเครื่องจักร และ แผนการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า แผนกำหนดแนวทางการเดินเครื่องจักรควรจะมีเป้าหมาย และแนวทางการเดินเครื่องจักรที่แน่นอนและแผนการดำเนินงานรวมทั้งแผนการควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ควรสอดคล้องกับค่าใช้จ่ายในส่วนต่างๆ เช่น การคิดราคาค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าจากทางการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การขาดแนวทางการเดินเครื่องจักร และ แผนการควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆจะส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานอย่างสูงเพราะจะทำให้มีปริมาณการใช้พลังงานที่มาก อย่างไม่มีประสิทธิภาพ และมีปริมาณการใช้พลังงานอย่างไม่แน่นอนในโรงงาน

องค์กรการจัดการพลังงานที่ตั้งขึ้นนั้นเป็นองค์กรขนาดเล็ก ไม่สามารถดำเนินงานได้ครบทุกส่วนของโรงงาน เนื่องจากองค์กรการดำเนินงานในช่วงแรกนั้นเป็นองค์กรขนาดเล็ก ไม่สามารถดำเนินงานได้ทั่วถึงในทุกส่วนของโรงงาน ควรต้องดำเนินการให้มีการปรับปรุงองค์กร ให้ครอบคลุมทั่วถึงทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยมีหน้าที่ในการดำเนินแผนงานให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่วางไว้ รวมทั้งควรจะวางแผนการดำเนินงานโดยมุ่งเข้าสู่ การจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิต (Process Improvement) ให้มากขึ้น ซึ่งในกระบวนการผลิตนี้จะมีส่วนที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในปริมาณที่สูงอย่างแท้จริง องค์กรที่ควรปรับปรุงนั้น ในส่วนแต่ละองค์กรย่อยควรจะมีบุคลากรที่มีความรู้เกี่ยวกับแต่ละส่วนของโรงงานที่จะดำเนินการจัดการในส่วนนั้นๆ รวมอยู่ด้วย เพื่อที่จะทำการปรับปรุงหรือแก้ปัญหาในส่วนของกระบวนการผลิตที่ตนดูแลอยู่นั้นได้ถูกต้อง

การขาดการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างจริงจัง ทั้งนี้เนื่องจากการดำเนินการจัดการพลังงานที่ผ่านมานั้น ยังไม่มีการทำการตรวจสอบในโรงงานอย่างจริงจังจะทำการตรวจสอบก็แต่เพียงในส่วนของการประหยัดพลังงานในพื้นที่เท่านั้น เช่น การตรวจเช็คการรั่วของลมและน้ำ การเปลี่ยนหลอดไฟ เป็นต้น และอีกทั้งยังไม่มีรูปแบบเอกสารในการตรวจสอบที่เป็นทางการ ทำให้เกิดการจำแนกข้อมูลได้ยากและไม่ทราบถึงผลการดำเนินการแก้ไขที่ได้ทำการตรวจสอบไปแล้ว ดังนั้นจึงควรที่จะมีการจัดตั้งคณะทำงานเข้ามาทำการตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานในระดับโรงงาน (Plant Surveys) เพื่อที่จะได้ข้อมูลความสูญเสียของพลังงานในโรงงานอย่างแท้จริง เพื่อจะได้หาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป และควรมีการปรับปรุงรูปแบบของเอกสารในการตรวจสอบการใช้พลังงานให้ดีขึ้นต่อไป

ไม่มีระบบการติดตามผลการดำเนินงาน จะทำให้ปัญหาต่างๆที่ได้ตรวจพบหรืออยู่ในระหว่างการแก้ไขถูกละเลยเนื่องจากไม่มีการติดตามผลการดำเนินงาน การดำเนินการในการประหยัดพลังงานในแต่ละส่วนขององค์กรนั้น ควรจะต้องมีการติดตามผลที่ได้ดำเนินการไปโดยการประชุมรับทราบและติดตามผลการดำเนินงานอยู่เสมอ เพื่อที่จะเป็นการช่วยผลักดันให้เกิดผลสำเร็จจากการประหยัดพลังงานนั้นๆ ในการจัดการด้านพลังงานที่ผ่านมานั้น มีการประชุมรับทราบปัญหา สาเหตุที่เกิดขึ้น และติดตามผลการดำเนินงานในส่วนนี้น้อยมาก มีผลงานที่เกิดขึ้นน้อย และมีความล่าช้าในการดำเนินงานเกิดขึ้น

ไม่มีการส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มย่อยและข้อเสนอแนะด้านพลังงาน ทำให้พนักงานขาดจิตสำนึกในการใช้พลังงาน โดยทั้งนี้การสนับสนุนส่งเสริมให้มีกิจกรรมการประหยัดพลังงานจะช่วยให้พนักงานมีจิตสำนึกในการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่สูงนี้ได้

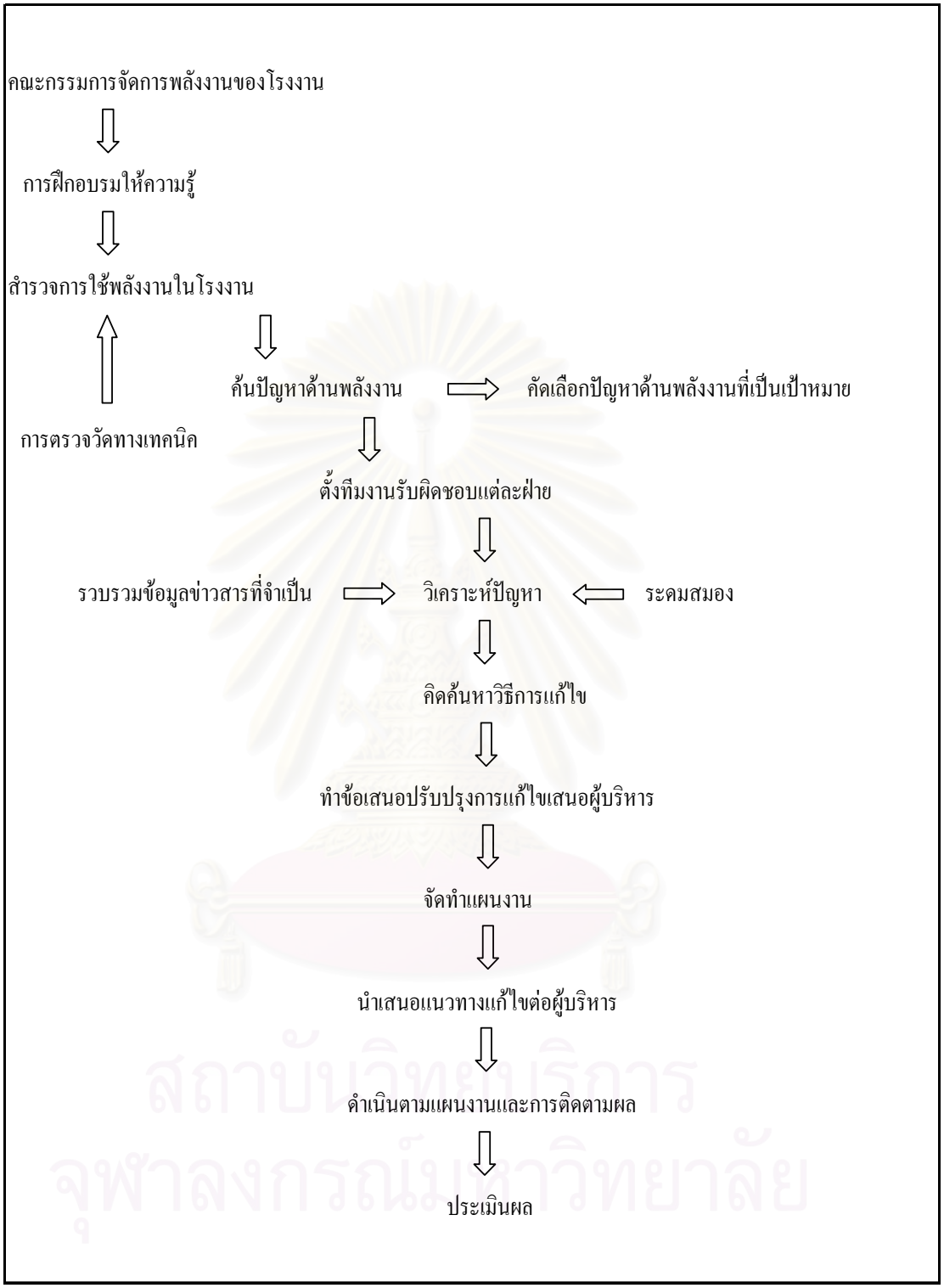
บทที่ 5

แนวทางการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน

จากการศึกษาการใช้พลังงาน และตรวจสอบการจัดการด้านพลังงานของโรงงานตัวอย่าง พบว่า โครงสร้างองค์กรที่จัดตั้งขึ้นในช่วงแรกนั้นไม่สามารถแก้ปัญหาด้านพลังงานของโรงงานได้อย่างแท้จริง ดังนั้นเพื่อให้เกิดการจัดการพลังงานที่ดี และเข้าถึงปัญหาส่วนที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายหลักด้านพลังงาน จึงมีการทบทวนแผนการจัดการด้านพลังงานให้สอดคล้องกับสภาพปัญหา และหาแนวทางแก้ไขสาเหตุของปัญหาตามขั้นตอนดังรูปที่ 5.1 โดยมีลำดับการปฏิบัติงานการจัดการด้านพลังงานตามหัวข้อดังนี้

1. การปรับปรุงองค์กรให้สอดคล้องกับการจัดการด้านพลังงาน
2. การเผยแพร่นโยบายพลังงาน
3. การคัดเลือกมาตรการหลักในการประหยัดพลังงาน
4. แนวทางการจัดการพลังงานทางด้านพลังงานไฟฟ้า
5. แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลง
6. แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ
7. แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ
8. แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง
9. แนวทางการจัดการพลังงานทางด้านพลังงานความร้อน
10. การจัดระบบการตรวจสอบและประเมินผลการใช้พลังงาน
11. การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและรับฟังข้อเสนอแนะจากพนักงานในการจัดการพลังงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 *Flow chart แสดงขั้นตอนการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการด้านพลังงาน*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1 การปรับปรุงองค์กรให้สอดคล้องกับการจัดการด้านพลังงาน

จากการจัดการโครงสร้างขององค์กรการจัดการพลังงานในอดีตที่ผ่านมา ผลที่ได้ปรากฏว่าค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานยังคงสูงอยู่ ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. องค์กรไม่สามารถเข้าไปจัดการได้ทุกส่วนของโรงงาน
2. คณะกรรมการไม่สามารถดำเนินการด้วยตัวเองได้
3. องค์กรไม่สามารถผลักดันให้เกิดกิจกรรมการประหยัดพลังงานทั่วทั้งองค์กรได้
4. ผู้บริหารระดับแผนกยังไม่เข้าร่วมดำเนินงาน
5. องค์กรดำเนินงานยังไม่เป็นที่ยอมรับและขาดความร่วมมือ

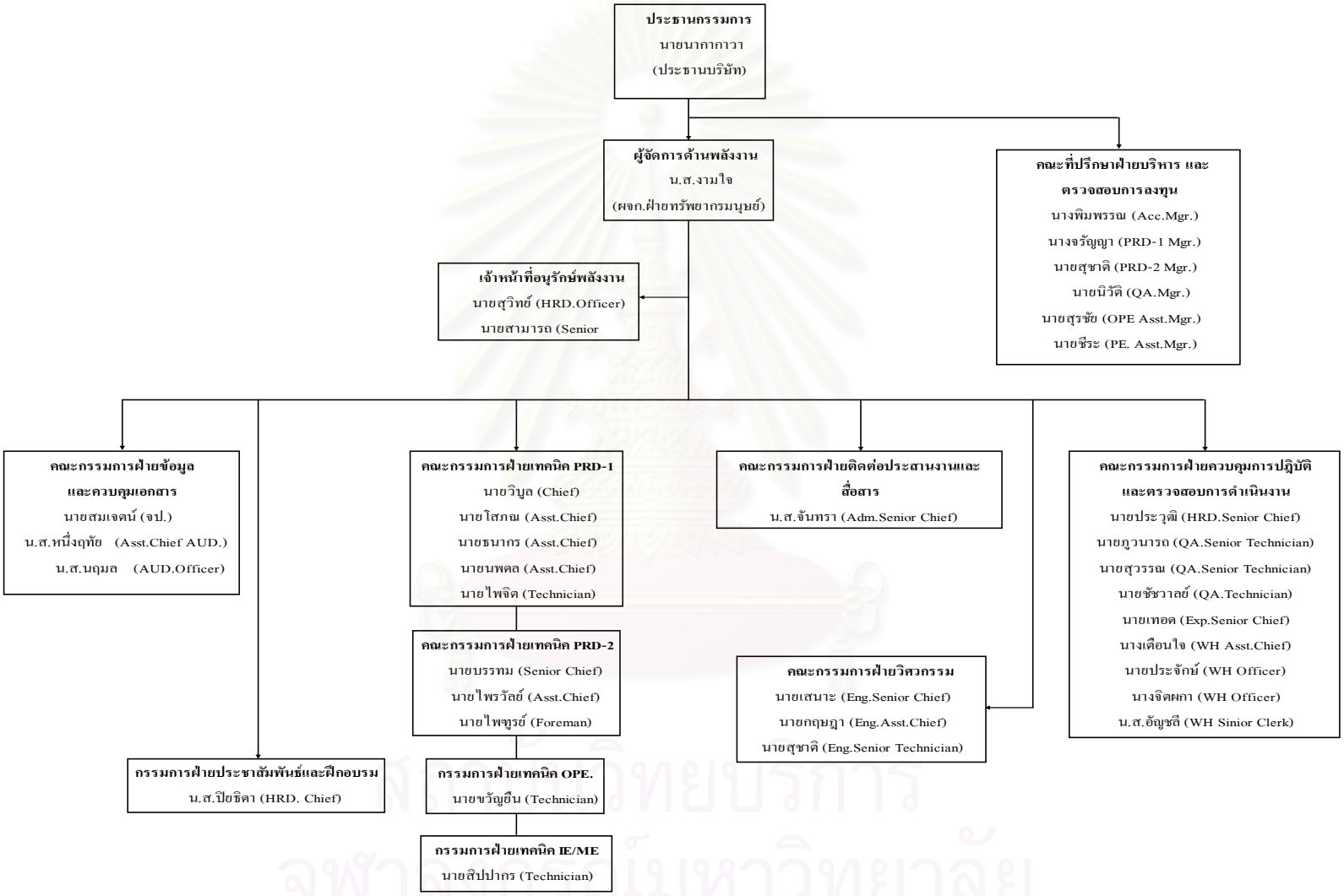
จากปัญหาองค์กรการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในอดีต ทางคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานจึงได้มีการจัดการประชุมครั้งที่ 1/2005 ขึ้น เมื่อวันที่ 6 เมษายน 2548 เวลา 13.30 น. – 15.30 น. ณ ห้องฝึกอบรมของโรงงาน โดยมีคณะกรรมการเข้าร่วมประชุม 22 คน ในวาระการแก้ไขปรับปรุงองค์กร ให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันได้อย่างเหมาะสม โดยมีแนวทางในการปรับปรุงโครงสร้าง ดังนี้

โครงสร้างขององค์กรต้องเข้าถึงทุกส่วนของโรงงาน โดยการได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการด้านพลังงานมีผลต่อการประหยัดพลังงานทั่วทั้งโรงงาน ซึ่งจะทำให้การดำเนินการในการประหยัดพลังงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

องค์กรที่ทำการปรับปรุงจะต้องสามารถดำเนินงานได้โดยไม่ต้องพึ่งพาผู้อื่น มีผู้บริหารระดับกลาง และระดับต้นของโรงงานเป็นสมาชิกอยู่ในโครงสร้างขององค์กรทำให้พนักงานทุกส่วนมีความร่วมมือและเกิดการยอมรับโดยไม่มีการปิดบังข้อมูล

องค์กรปรับปรุงนี้จะต้องเป็นส่วนหนึ่งของ คณะกรรมการบริหารควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) ซึ่งเป็นคณะกรรมการบริหารใหญ่โดยรวมทั้งหมดของโรงงาน ทั้งนี้เพื่อให้ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง ส่งผลให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างคล่องตัวและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

ผลจากการปรับปรุงองค์กรทำให้ได้โครงสร้างองค์กรใหม่ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 *แผนภูมิโครงสร้างคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงาน*

5.2 การเผยแพร่นโยบายพลังงาน

จากปัญหาการขาดการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง ในการดำเนินการออกนโยบายในการจัดการพลังงาน เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจของพนักงานให้บรรลุเป้าหมายของโรงงาน และเป็นแนวทางในการปฏิบัติเพื่อแสดงว่า ทางโรงงานจะดำเนินการในการจัดการพลังงานอย่างจริงจัง ซึ่งการปรับปรุงการพัฒนาและเผยแพร่นโยบายจะมีกระบวนการดังต่อไปนี้

1) กระบวนการนำเสนอพิจารณานโยบาย
2) กระบวนการพิจารณาอนุมัตินโยบาย
3) กระบวนการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์นโยบาย
4) กระบวนการติดตามและประเมินผล

กระบวนการนำเสนอพิจารณานโยบาย คณะกรรมการองค์กรการจัดการทางด้านพลังงานได้นำเสนอแนวโครงร่างนโยบายให้สอดคล้องกับหลักสองอย่างด้วยกันคือ แนวนโยบายในลักษณะของนามธรรมที่มีการใช้คำจำกัดความที่เป็นคำขวัญ และมุ่งจูงใจให้ผู้อ่านเกิดการคล้อยตามและแนวนโยบายในลักษณะสัมพันธ์ที่มีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นแนวนโยบายที่บ่งบอกลักษณะของกระบวนการที่จะทำ เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ ตัวอย่างแนวนโยบายพลังงานแสดงได้ดังรูปที่ 5.3 และรูปที่ 5.4

กระบวนการพิจารณาอนุมัตินโยบาย เป็นกระบวนการคัดเลือกตามลำดับขั้นตอน โดยเริ่มจากคณะกรรมการการจัดการทางด้านพลังงาน ทำการคัดเลือกจากแนวนโยบายที่ร่างขึ้น จากนั้นจึงนำเสนอต่อคณะกรรมการบริหาร (TQM) ทำการพิจารณานโยบายที่ได้รับการคัดเลือกอีกครั้งเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมก่อนนำเสนอต่อผู้บริหารในระดับสูงต่อไป

กระบวนการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์นโยบาย เป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้การจัดการทางด้านพลังงานที่ได้ทำการปรับปรุง สามารถดำเนินงานไปได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเริ่มจากการทำการฝึกอบรมพนักงานเพื่อให้บุคลากรในโรงงาน มีความคิดและจิตสำนึกในการประหยัดพลังงาน

กระบวนการติดตามและประเมินผล เพื่อวัดผลที่เกิดขึ้นหลังจากทำการพัฒนาและเผยแพร่นโยบายพบว่า มีการรณรงค์และการให้ความร่วมมือจากพนักงานในการช่วยกันประหยัดพลังงานเป็นอย่างดีส่งผลให้การใช้พลังงานโดยรวมลดลง

ENERGY POLICIES

EXAMPLE Co.,ltd. has produced transformer and power supply unit to sale domestic and oversea. We have used environment Basic Policies as ISO : 14001 since 2000 because of environment is important and environmental conservation is our responsibility.

We decide to use energy management system , that is a part of environment management , to support using an environment for high efficiency. So we decide to use Energy Policies as follow :

- We will improve energy management system that is a part of company to agree with law and other condition.
- We will improve energy efficiency to suitable with technologies and best practices.
- We will assign annual saving energy aims and imform to all employees to do right way.
- Environment conservation is executive and all employees responsibility that we must do as policies , check and present to energy saving committee.
- We will support the budget , people , training hour and present opinion to develop an energy.
- Management committee will review and improve policies , aims and energy planning every year.

…….

(Mr.xxxxx xxxxxxxx)

President

รูปที่ 5.3 *นโยบายพลังงานของโรงงานตัวอย่าง*

นโยบายพลังงาน

บริษัท ตัวอย่าง จำกัด ดำเนินกิจการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า และแผงวงจรอีเล็คทรอนิคส์ เพื่อจำหน่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ บริษัทฯได้ดำเนินการนำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ตามมาตรฐาน ISO 14001 มาประยุกต์ใช้ภายในบริษัทฯตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 เนื่องจากเล็งเห็นว่า สิ่งแวดล้อมเป็นชีวิต จิตใจของมนุษยชาติ และเป็นหน้าที่ที่ทุกคนต้องร่วมกันอนุรักษ์ให้คงอยู่อย่างยั่งยืน

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม บริษัทฯได้ตัดสินใจนำระบบการจัดการพลังงาน มาประยุกต์ใช้ภายใต้กรอบใหญ่ของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด ดังนั้นบริษัทฯจึงกำหนดนโยบายด้านพลังงานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานด้านพลังงานดังนี้

- บริษัทฯจะดำเนินการและพัฒนาระบบการจัดการพลังงานอย่างเหมาะสม โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานของบริษัทฯ สอดคล้องกับกฎหมายและข้อกำหนดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง
- บริษัทฯจะดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานขององค์กรอย่างต่อเนื่อง เหมาะสมกับอุตสาหกรรมเทคโนโลยีที่ติดตั้ง และแนวทางการปฏิบัติงานที่ดี (Best Practices)
- บริษัทฯจะกำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานในแต่ละปี และสื่อสารให้พนักงานทุกคนเข้าใจและปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง
- บริษัทฯถือว่าการอนุรักษ์พลังงานเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้บริหาร และพนักงานของบริษัทฯทุกระดับ ที่จะให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามมาตรการที่กำหนด ติดตามตรวจสอบและรายงานต่อคณะกรรมการด้านการอนุรักษ์พลังงาน
- บริษัทฯ จะให้การสนับสนุนที่จำเป็น รวมถึง ทรัพยากรด้านบุคลากร ด้านงบประมาณ เวลาในการทำงาน การฝึกอบรม และการมีส่วนร่วมในการนำเสนอข้อคิดเห็นเพื่อพัฒนางานด้านพลังงาน
- บริษัทฯ โดยคณะกรรมการฝ่ายบริหาร(Management Committee) จะทบทวนและปรับปรุงนโยบาย เป้าหมาย และแผนการดำเนินงานด้านพลังงานทุกปี

.....

(นายxxxx xxxxxxx)

กรรมการผู้จัดการ

รูปที่ 5.3 *นโยบายพลังงานของโรงงานตัวอย่าง(ต่อ)*

นโยบายอนุรักษ์พลังงาน

ด้วยทาง บริษัท ตัวอย่าง จำกัด ได้ตระหนักถึงสภาวะวิกฤติพลังงานของโลก และของประเทศชาติซึ่งมีอัตราการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกๆ ปี ผู้บริหารจึงมีนโยบายให้พนักงานทุกคนช่วยกันอนุรักษ์พลังงานในบริษัทฯและถือเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินธุรกิจ ทั้งนี้ เพื่อเป็นการลดต้นทุนการใช้พลังงาน โดยมีแนวทางปฏิบัติดังนี้

- ปฏิบัติตามกฎหมาย และข้อกำหนดอื่นๆ อย่างเคร่งครัดและรองรับนโยบายของรัฐให้มากที่สุด
- ดำเนินการตรวจวัดพร้อมทั้งดำเนินการปรับปรุงและรายงานสภาพการใช้พลังงานของบริษัทฯ โดยแสดงให้เห็นถึงแนวทางในการลดการใช้พลังงานของบริษัทฯในขณะเดียวกันยังคงรักษาประสิทธิภาพการผลิต หรือทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
- บริหารการใช้ทรัพยากรด้านพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของบริษัทฯ
- ปลูกจิตสำนึกเพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงาน และสร้างขวัญกำลังใจในการดำเนินการด้านบริหารจัดการพลังงาน
- ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องเพื่อสร้างมาตรฐานการจัดการพลังงานให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน

รูปที่ 5.4 *นโยบายอนุรักษ์พลังงานของโรงงานตัวอย่าง*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

จากการสำรวจและการประเมินผล การให้ความร่วมมือดำเนินกิจกรรมการประหยัดพลังงานในโรงงาน ที่ได้รณรงค์ประชาสัมพันธ์และเผยแพร่นโยบายบริหารพลังงานพบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นคือ การไม่เข้ารับการอบรมและการขาดจิตสำนึกของพนักงาน ทั้งนี้เนื่องจากโครงการฝึกอบรมต่างๆจะจัดนอกช่วงเวลาทำงาน และไม่มีค่าล่วงเวลาในการตอบแทนทำให้พนักงานบางส่วนไม่ได้สนใจในการให้การฝึกอบรมของคณะกรรมการการจัดการพลังงาน จึงได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลการมาเข้ารับการฝึกอบรมของพนักงานในช่วงเดือน กรกฎาคม 2548 ได้ข้อมูลดังตารางที่ 5.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 *ผลการสำรวจจำนวนพนักงานที่เข้ารับการฝึกอบรม ในเดือน กรกฎาคม 2548*

โครงการฝึกอบรมการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพเบื้องต้น			
ช่วงเวลาการฝึกอบรม	11 - 15 ก.ค. 48	18 - 22 ก.ค. 48	25 - 29 ก.ค. 48
จำนวนพนักงานที่จัด (คน)	81	92	75
จำนวนพนักงานที่เข้าจริง (คน)	53	70	52
เปอร์เซ็นต์ผู้เข้าอบรม (%)	65.43	76.09	69.33

จากปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการในการจัดพนักงานเข้าทำการฝึกอบรมเพื่อให้พนักงานมีจิตสำนึกในการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพมากที่สุดจึงได้กำหนดแนวทางแก้ไขคือ การกำหนดให้มีการประเมินผลพนักงานในการเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ซึ่งการประเมินผลดังกล่าวจะมีผลต่อการขึ้นเงินเดือนประจำปีของพนักงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลที่ได้รับ หลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการในการจัดพนักงานเข้าทำการฝึกอบรมจากการศึกษาได้ทำการสำรวจจำนวนพนักงาน ที่เข้ารับการฝึกอบรมในช่วงเดือน กันยายน 2548 ได้ข้อมูลดังตารางที่ 5.2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.2 *ผลการสำรวจจำนวนพนักงานที่เข้ารับการฝึกอบรม ในเดือน กันยายน 2548*

โครงการฝึกอบรมการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพ			
ช่วงเวลาการฝึกอบรม	5 - 9 ก.ย. 48	12 - 16 ก.ย. 48	19 - 23 ก.ย. 48
จำนวนพนักงานที่จัด (คน)	71	88	92
จำนวนพนักงานที่เข้าจริง (คน)	63	79	87
เปอร์เซ็นต์ผู้เข้าอบรม (%)	88.73	89.77	94.57

จากการปรับปรุงแก้ไขปัญหาการไม่เข้ารับการอบรม และการขาดจิตสำนึกของพนักงานดังกล่าว จากข้อมูลการสำรวจทำให้ทราบได้ว่าแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาประสบความสำเร็จมีพนักงานที่เข้ารับการฝึกอบรมในแต่ละครั้งมากกว่า 80 % ของจำนวนผู้เข้าอบรมที่จัดขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 การคัดเลือกมาตรการหลักในการประหยัดพลังงาน

ในการดำเนินการการจัดการพลังงานนั้น สิ่งที่สำคัญมากคือการคัดเลือกหามาตรการหลักในการนำไปปฏิบัติจริงซึ่งมาตรการหลักที่ได้รับการคัดเลือกนั้น จะต้องสอดคล้องกับการแก้ไขปัญหาในปัจจุบันของโรงงาน รวมถึงความเหมาะสมกับศักยภาพของบุคลากรและเครื่องมือของโรงงานที่มีอยู่ เพื่อให้การแก้ไขทางด้านพลังงานประสบความสำเร็จมากที่สุด

การคัดเลือกมาตรการหลักในการประหยัดพลังงาน จะทำโดยการประชุมกันในส่วนของคณะกรรมการจัดการพลังงาน ผู้จัดการฝ่ายทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง และคณะกรรมการบริหารการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) ได้ระดมสมองเสนอมาตรการต่างๆที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการประหยัดพลังงานของโรงงาน ผลจากการร่วมกันนำเสนอมาตรการต่างๆในที่ประชุมสามารถแยกรายละเอียดได้ดังแสดงในภาคผนวก ง., ตารางที่ ง – 1

มาตรการต่างๆที่ได้รับการเสนอจากที่ประชุม จะถูกนำมาคัดเลือกอีกครั้งหนึ่งเพื่อเป็นมาตรการหลักในการนำไปปฏิบัติจริงในโรงงาน หลังจากนั้นจึงมีการจัดทำแผนงานหลักในการนำมาตรการหลักไปใช้จริงของคณะกรรมการจัดการพลังงาน โดยที่ประชุมกำหนดให้ในแผนงานหลักจะต้องมี

โครงการประหยัดพลังงานในแต่ละพื้นที่
การตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ (Energy Audit)
การตรวจประเมินการใช้พลังงานในโรงงาน
โครงการฝึกอบรมและประชาสัมพันธ์
โครงการจัดทำข้อเสนอแนะด้านพลังงาน

แผนงานหลักของคณะกรรมการจัดการพลังงาน จะเป็นแผนงานที่ช่วยในการดำเนินกิจกรรมการประหยัดพลังงานโดยรวม และสิ่งที่กำหนดว่าจะต้องทำกิจกรรมอะไร ในช่วงเวลาใด โดยยึดเป็นแนวทางปฏิบัติ เพื่อให้ได้ผลงานที่เกิดขึ้นตามเป้าหมายของแผนที่ตั้งไว้ โดยแผนงานหลักของคณะกรรมการจัดการพลังงานจะแสดงในตารางที่ 5.3 และแผนงานหลักของคณะอนุกรรมการจัดการพลังงานประจำแผนก จะเป็นแผนงานที่จัดทำขึ้นเป็นแนวทางปฏิบัติในส่วนของแผนกต่างๆเพื่อให้บรรลุเป้าหมายขององค์กรโดยรวม ซึ่งแผนงานหลักของคณะอนุกรรมการจัดการพลังงานประจำแผนกจะแสดงในตารางที่ 5.4 ดังนี้

ตารางที่ 5.3 *แผนงานหลักคณะกรรมการจัดการพลังงานปี 2548*

แผนงานหลักคณะกรรมการจัดการพลังงาน														
ลำดับที่	สิ่งที่ทำ	ผู้รับผิดชอบ	เป้าหมาย	ปี 2548											
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	จัดตั้งคณะกรรมการจัดการพลังงาน	คณะกรรมการ TQM					↔								
2	จัดตั้งคณะอนุกรรมการจัดการพลังงาน	คณะกรรมการ	ได้คณะอนุกรรมการ				↔								
3	จัดทำข้อเสนอแนะด้านการประหยัดพลังงาน	คณะอนุกรรมการ	อนุกรรมการฝ่าย2ข้อเสนอแนะ/เดือน อนุกรรมการแผนก1ข้อเสนอแนะ/เดือน				←								→
4	การตรวจสอบประเมินการใช้พลังงานในโรงงาน (Energy Consumption Monitoring in Factory)	คณะกรรมการ	ตามเป้าหมายที่กำหนด				←								→
5	การตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ (Energy Audit)	คณะอนุกรรมการฝ่ายบริหาร	พื้นที่ละ2ครั้ง/ปี						↔		↔		↔		↔
6	การตรวจติดตามผลโครงการประหยัดพลังงานที่ ดำเนินการไปแล้ว(Energy Follow Up)	คณะอนุกรรมการทุกฝ่าย	โครงการละ2ครั้ง/ปี					↔	↔				↔	↔	
7	โครงการประหยัดพลังงานแต่ละพื้นที่ (Energy Saving & Conervation)	คณะอนุกรรมการทุกฝ่าย	อนุกรรมการฝ่าย2โครงการ/ปี อนุกรรมการแผนก1โครงการ/ปี				←								→
8	โครงการประชาสัมพันธ์	คณะอนุกรรมการประชาสัมพันธ์					←								→
9	โครงการฝึกอบรมการประหยัดพลังงาน	คณะอนุกรรมการประชาสัมพันธ์	พนักงาน 80%				←					→			
10	โครงการนิทรรศการประหยัดพลังงาน "สัปดาห์ TQM"	คณะกรรมการ/ คณะอนุกรรมการ													↔

ตารางที่ 5.4 *แผนงานหลักคณะอนุกรรมการจัดการพลังงานปี 2548*

แผนงานหลักคณะกรรมการจัดการพลังงาน														
ลำดับที่	สิ่งที่ทำ	ผู้รับผิดชอบ	เป้าหมาย	ปี 2548											
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	จัดตั้งคณะอนุกรรมการจัดการพลังงาน	ผู้จัดการแผนก	แบ่งอนุกรรมการการทำงานเป็นชุด				↔								
2	จัดทำข้อเสนอแนะด้านการประหยัดพลังงาน	คณะอนุกรรมการ	1 ข้อเสนอแนะต่อ 1 เดือน				←	—	—	—	—	—	—	—	→
3	การตรวจสอบประเมินการใช้พลังงานในโรงงาน (Energy Consumption Monitoring in Factory)	คณะอนุกรรมการ	ตามเป้าหมายที่กำหนด				←	—	—	—	—	—	—	—	→
4	การตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ (Energy Audit)	คณะอนุกรรมการ	เดือนละ 1 ครั้ง						↔		↔		↔		↔
5	การตรวจติดตามผลโครงการประหยัดพลังงานที่ดำเนินการไปแล้ว(Energy Follow Up)	คณะอนุกรรมการ	โครงการละ2ครั้ง/ปี					↔	↔				↔	↔	
6	โครงการประหยัดพลังงานแต่ละพื้นที่ (Energy Saving & Conervation)	คณะอนุกรรมการ	1 โครงการ/ปี				←	—	—	—	—	—	—	—	→
7	โครงการประชาสัมพันธ์	คณะอนุกรรมการ					←	—	—	—	—	—	—	—	→
8	โครงการฝึกอบรมการประหยัดพลังงาน	คณะอนุกรรมการ	พนักงาน 80%				←	—	—	—	—	→			
9	โครงการนิทรรศการประหยัดพลังงาน "สัปดาห์ TQM"	คณะอนุกรรมการ													↔

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

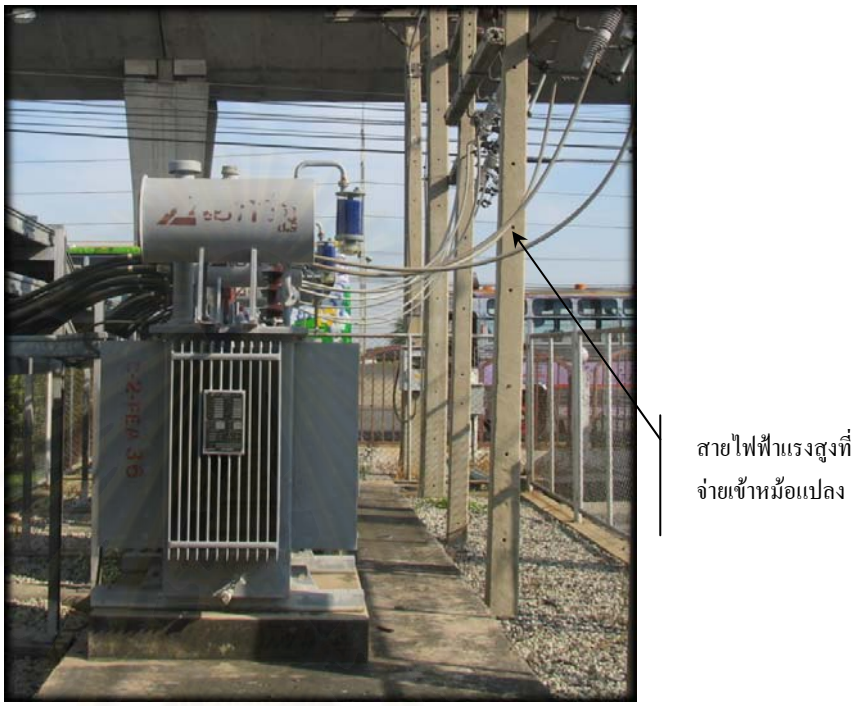
5.4 แนวทางการจัดการพลังงานทางด้านพลังงานไฟฟ้า

โรงงานตัวอย่างซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หมายเลขผู้ใช้ไฟ 990 – 002400 เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 4.1.2 อัตรา 40 (อัตราตามช่วงเวลาของวัน, TOD Rate) ระดับแรงดันไฟฟ้า 22 – 33 KV. เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่แยกค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าออกจากกัน ซึ่งมีการแบ่งแยกค่าความต้องการพลังไฟฟ้าให้มีอัตราที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของวัน โดยพลังงานไฟฟ้าที่ซื้อมาจากกการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะถูกนำไปใช้ในโรงงานตามเส้นทางดังต่อไปนี้

สายส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ต่อผ่านมิเตอร์บันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังรูปที่ 5.5 ก่อนจ่ายเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าของโรงงาน ซึ่งข้อมูลการใช้ไฟจะถูกส่งไปยังการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อออกบิลเรียกเก็บเงินจากผู้ใช้ไฟฟ้า โดยทางโรงงานเองก็จะมีพนักงานมาจดตัวเลขต่างๆจากมิเตอร์ทุกวัน เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากอุปกรณ์หรือจากเจ้าหน้าที่ของการไฟฟ้าเอง

รูปที่ 5.5 *มิเตอร์บันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าชนิด TOD*

สายไฟฟ้าแรงสูงที่ผ่านมิเตอร์ก็จะจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่หม้อแปลงดังรูปที่ 5.6 ซึ่งทางโรงงานมีหม้อแปลงรวม 4 ลูกด้วยกัน คือ ขนาด 2000 KVA จำนวน 1 ลูก, ขนาด 1000 KVA จำนวน 1 ลูก และขนาด 500 KVA จำนวน 2 ลูก รวมทั้งหมดมีขนาด 4000 KVA



รูปที่ 5.6 *สายไฟฟ้าแรงสูงที่จ่ายเข้าหม้อแปลง*

กระแสไฟฟ้าจากหม้อแปลงแต่ละลูกก็จะส่งมาที่ตู้ MDB แต่ละตู้ ดังรูปที่ 5.7 โดยที่ตู้ MDB นั้นจะมีการวัดค่าต่างๆทางไฟฟ้ารวมทั้งปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนด้วย เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับบิลค่าไฟฟ้าที่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเรียกเก็บ ซึ่งอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้วัดจะต้องได้มาตรฐานจึงมีการทำการสอบเทียบอุปกรณ์เครื่องมือการตรวจวัดทุกปี

รูปที่ 5.7 *ตู้ Main Distribution Board (MDB)*

ภายในตู้ MDB จะมี Breaker ดังรูปที่ 5.8 ซึ่งเป็นเมนจ่ายไฟไปยังตู้สาขาที่กระจายไปอยู่ตามส่วนต่างๆของอาคารเพื่อเป็นเส้นทางเดินและหยุดพักกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 5.8 *Breakerที่อยู่ในตู้ MDB*

ภายในตู้สาขาที่กระจายไปตามส่วนต่างๆของอาคาร ก็จะมี Breaker ย่อย ดังรูปที่ 5.9 ทำหน้าที่เป็นจุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปใช้ในอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆ

รูปที่ 5.9 *Breakerที่อยู่ในตู้สาขา*

จากเส้นทางการไหลของพลังงานไฟฟ้า ทำให้ทราบได้ว่าอุปกรณ์เครื่องจักรในโรงงานแต่ละตัวมีการควบคุมมาจากส่วนไหนบ้าง ทำให้สามารถทำการตรวจวัดได้ว่าอุปกรณ์เครื่องจักรแต่ละตัวนั้นมีประสิทธิภาพในการทำงานกี่เปอร์เซ็นต์ และมีการใช้พลังงานที่สูงผิดปกติหรือไม่ เพื่อจะได้ดำเนินการ ปรับปรุงแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลง ให้ใช้งานได้ตามมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งทางโรงงานต้องทำรายงานลงในแบบ บพร.๒ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ตรวจสอบ และภายใน 1 ปี Auditor ของ ISO 14001 ก็จะมาขอดูรายงานพร้อมทั้งเอกสารต่างๆอีกครั้งหนึ่ง

การจัดการพลังงานทางด้านพลังงานไฟฟ้า จึงต้องวิเคราะห์ตามเส้นทางการไหลของพลังงาน เพื่อให้การดำเนินงานการจัดการครอบคลุมพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบโดยทั้งนี้การคัดเลือกมาตรการการประหยัดพลังงาน ที่จะนำมาใช้ในโรงงานจะต้องสอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโรงงาน ตลอดจนบุคลากร อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ก็เป็นส่วนสำคัญที่จะผลักดันให้แต่ละมาตรการดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จในที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลง

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าจากแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า ให้เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำตามต้องการ ความสูญเสียกำลังไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ [17]

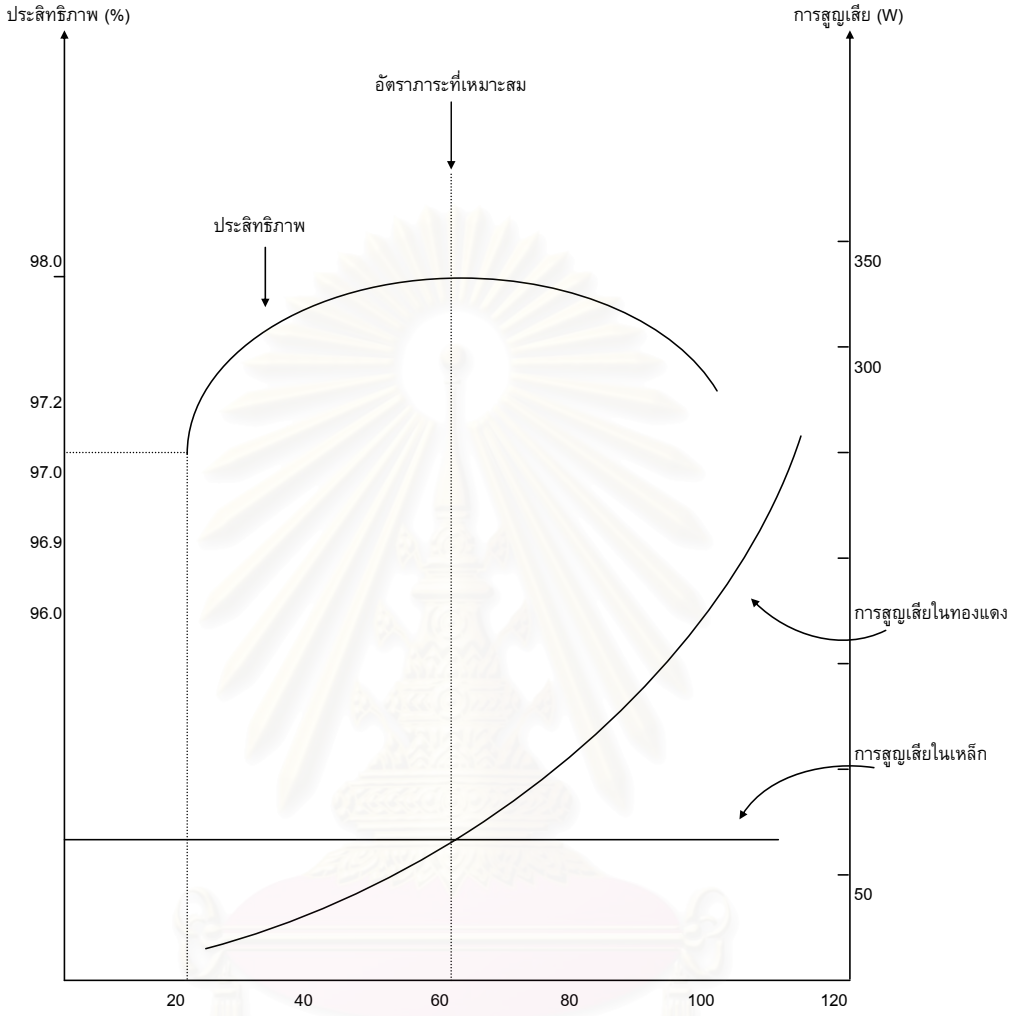
(ก) การสูญเสียขณะไม่มีโหลด (No Load Loss) หมายถึง การสูญเสียกำลังไฟฟ้าขณะที่หม้อแปลงยังไม่จ่ายโหลด การสูญเสียนี้เกิดขึ้นในแกนเหล็ก เรียกว่า Iron Loss หรือ Core Loss ซึ่งประกอบด้วย Hysteresis Loss และ Eddy Current Loss

(ข) การสูญเสียเนื่องจากมีโหลด (Load Loss) หมายถึง การสูญเสียเนื่องจากความต้านทานของขดลวดขณะที่หม้อแปลงจ่ายโหลด เรียกว่า Copper Loss

ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียขณะไม่มีโหลดและในขณะที่มีโหลด รวมทั้งประสิทธิภาพของหม้อแปลง แสดงดังรูปที่ 5.10 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าทั่วไปจะมีค่าสูงสุดเมื่อ การสูญเสียกำลังไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด (Core Loss) เท่ากับขณะที่มีโหลด (Copper Loss) โดยอยู่ที่การใช้งานโหลดประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปของพิกัดใช้งาน (KVA) ถ้าหากใช้งานที่ต่ำกว่านี้ จะทำให้ประสิทธิภาพหม้อแปลงลดลงทันที

ดังนั้นแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลงก็คือการลดการสูญเสียทั้งในขณะไม่มีโหลด และมีโหลด ด้วยวิธีการดังนี้ คือ

- ปลดแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (ด้านแรงสูง) ของหม้อแปลงในขณะที่ไม่มีโหลด
- ย้ายโหลดของหม้อแปลงที่มีโหลดน้อยมารวมกันเพื่อเพิ่มโหลดแฟคเตอร์
- ปรับแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (ด้านแรงต่ำ) ของหม้อแปลงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
- ปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในหม้อแปลง
- การพิจารณาเลือกซื้อหม้อแปลงไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงและมีขนาดเหมาะสมกับโหลด



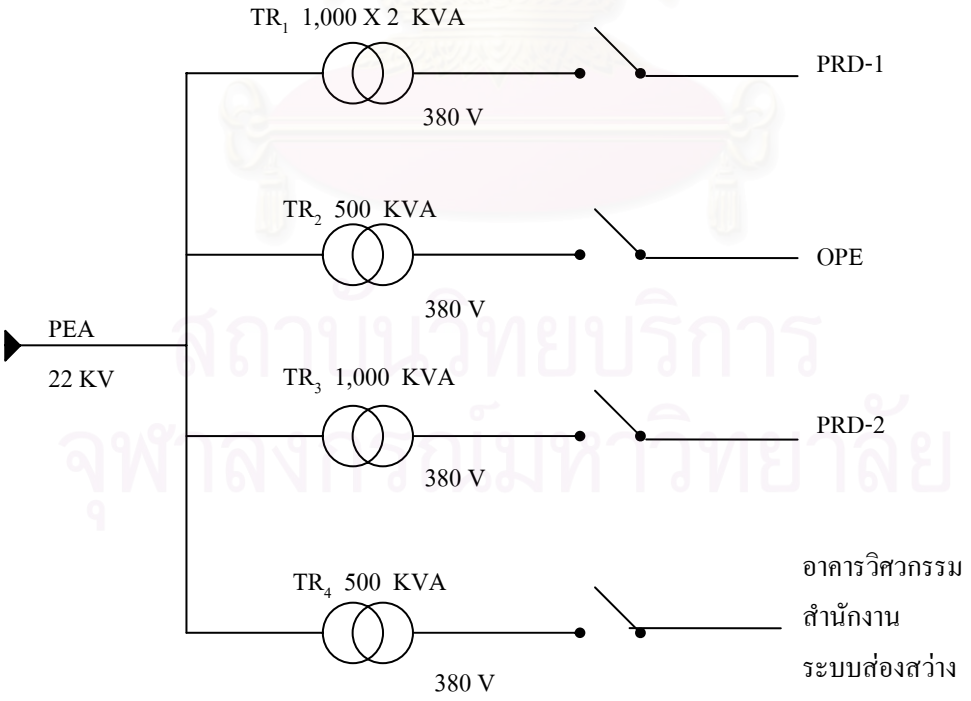
รูปที่ 5.10 *ความสัมพันธ์ระหว่าง การสูญเสียในแกนเหล็ก ในทองแดง และ ประสิทธิภาพ หม้อแปลง [17]*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการสำรวจและทำการวัดหาค่าต่างๆ ในหม้อแปลงของผู้วิจัย เมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม 2548 พบว่า โรงงานมีหม้อแปลงไฟฟ้าทั้งหมด 4 ตัว โดยมีรายละเอียดการใช้งานดังตารางที่ 5.5 และรูปที่ 5.11

ตารางที่ 5.5 *ข้อมูลการใช้งานของหม้อแปลง*

หม้อแปลง	ขนาด (KVA)	โหลด (KW)	เพาเวอร์แฟคเตอร์	แผนก	Load
TR_1	1,000 X 2	1,300	0.93	PRD-1	1,300-j514 = 1,398 KVA
TR_2	500	100	0.94	OPE	100-j109 = 148 KVA
TR_3	1,000	300	0.44	PRD-2	300-j204 = 363 KVA
TR_4	500	200	0.50	อาคารวิศวกรรม, สำนักงาน, ระบบแสงสว่าง	200-j346 = 400 KVA



รูปที่ 5.11 *ระบบจ่ายไฟของหม้อแปลงไฟฟ้า*

ตารางที่ 5.6 *ข้อมูลทางเทคนิคของหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส*

KVA	Rate A Voltage (KV)	การสูญเสีย		การสูญเสีย		ประสิทธิภาพ	ราคา
		FE	CU	%FE	%CU		
50	22/0.4	210	1050	0.17	0.83	97.48	
100	22/0.4	340	1750	0.16	0.84	97.91	
160	22/0.4	480	2350	0.17	0.83	98.23	122,000
250	22/0.4	670	3252	0.17	0.83	98.43	151,700
315	22/0.4	900	3900	0.19	0.81	98.47	180,000
400	22/0.4	980	4600	0.18	0.82	98.60	200,000
500	22/0.4	1150	5500	0.17	0.83	98.67	235,000
630	22/0.4	1350	6500	0.17	0.83	98.75	278,000
800	22/0.4	1600	11000	0.13	0.87	98.43	320,000
1000	22/0.4	1900	13500	0.12	0.88	98.46	380,000
1250	22/0.4	2300	16400	0.12	0.88	98.50	488,000
1500	22/0.4	2800	19800	0.12	0.88	98.50	550,000
2000	22/0.4	3250	24000	0.12	0.88	98.63	680,000

ที่มา : บริษัท ศิริวัฒน์ จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5.1 การปลดแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงขณะที่ไม่มีโหลด

เนื่องจากแผนก PRD-1 มีการทำงานเฉลี่ยวันละ 16 ชั่วโมง ดังนั้นสามารถตัดหม้อแปลง TR_1 (1,000 X 2 KVA) ออกในช่วงที่ไม่ปฏิบัติงาน เป็นการลด Core Loss ได้ ซึ่งมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับขนาดของโหลดแต่ขึ้นอยู่กับขนาดหม้อแปลง

จากตารางที่ 5.6 ข้อมูลทางเทคนิคของหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 2,000 KVA มี Core Loss เท่ากับ 3.25 KW ดังนั้นเมื่อตัดด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงออกขณะไม่ใช้งาน จะทำให้สามารถประหยัดไฟฟ้า (Core Loss) ลงได้ ดังนี้

Core Loss ลดลง = [Core Loss X จำนวนหม้อแปลง] X จำนวน ชม.ที่ไม่ปฏิบัติงานใน 1 ปี

= (3.25 X 1) X 8 X 365

= 9,490 KWh / ปี

สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้	=	9,490	KWh / ปี
ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	=	2.875	BAHT / UNIT*
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	=	27,284	BAHT / ปี
การลงทุน	=	0	บาท

การปลดแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงทำได้ 2 วิธี คือ

- ใช้ไม้ชัก Drop fuse ขณะหยุดปฏิบัติงาน
- ติดตั้ง High Voltage Circuit Breaker

*ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 ก่อนการปรับปรุงในภาคผนวก ข., ตารางที่ ข – 5

5.5.2 การย้ายโหลดของหม้อแปลงที่มีโหลดน้อยมารวมกันเพื่อเพิ่มโหลดแฟคเตอร์

จากการวัดโหลด TR_2 และ TR_3 พบว่า มีการใช้งานต่ำกว่าขนาดพิกัดของหม้อแปลงอยู่มาก ทำให้ประสิทธิภาพของหม้อแปลงทั้ง 2 ลูกมีค่าต่ำ เกิดการสูญเสีย (Core Loss) จำนวนมาก ดังนั้น จึงนำเสนอแนวทางการตัดโหลดของหม้อแปลง TR_2 ออกแล้วนำมารวมกับหม้อแปลง TR_3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของหม้อแปลง และลดการสูญเสียโดยไม่จำเป็น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากข้อมูลในตารางที่ 5.5 และข้อมูลทางเทคนิคของหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส ในตารางที่ 5.6 แสดงข้อมูลได้ดังนี้

หม้อแปลง TR_2 500 KVA 100KW Load 100 - j109 = 148 KVA

Core Loss = 1.15 KW

Copper Loss = 5.5 KW

หม้อแปลง TR_3 1,000 KVA 300 KW Load 300 - j204 = 363 KVA

Core Loss = 1.9 KW

Copper Loss = 13.5 KW

<u>วิธีการคำนวณ</u>

Core Loss TR_2 ลดลง = Core Loss X จำนวนชั่วโมงทั้งหมดในหนึ่งปี

= 1.15 X 24 X 365

= 10,074 KWh / ปี

Copper Loss TR_2 ลดลง = Copper Loss $TR_2 \times \left[\frac{KVAactualTR_2}{KVAratedTR_2}\right]^2 \times$ จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานจริงของโรงงานใน1 ปี (3,936 ชม./ปี)

$$= 5.5 \times \left[\frac{148}{500}\right]^2 \times 3{,}936$$

= 1,897 KWh / ปี

เมื่อนำโหลด TR_2 คือ 100 - j109 มารวมกับหม้อแปลง TR_3 จะเพิ่มโหลดของ TR_3 จาก 300 - j204 เป็น 400 - j313 = 508 KVA มีผลทำให้ Copper Loss TR_3 เพิ่มขึ้นดังนี้

Copper Loss TR_3 เพิ่มขึ้น

$$= \text{Copper Loss } TR_3 \times \left[\left(\frac{KVAactualTR_3over}{KVAratedTR_3} \right)^2 - \left(\frac{KVAactualTR_3}{KVAratedTR_3} \right)^2 \right] \times \text{ชั่วโมงปฏิบัติงาน}$$

จริงของโรงงานใน 1 ปี (3,936 ชม./ปี)

$$= 13.5 \times \left[\left(\frac{508}{1{,}000} \right)^2 - \left(\frac{363}{1{,}000} \right)^2 \right] \times 3{,}936$$

$$= 6{,}711 \text{ KWh / ปี}$$

Lossที่ลดลงทั้งหมด = Core Loss(TR_2)+Copper Loss(TR_2)-Copper Loss(TR_3 ที่เพิ่มขึ้น)

= 10,074 + 1,897 - 6,711

= 5,260 KWh / ปี

สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ = 5,260 KWh / ปี

ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย = 2.875 บาท / KWh

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 15,123 บาท / ปี

การลงทุน = 0 บาท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5.3 การปรับแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในระดับเหมาะสม

จากการวัดแรงดันทางด้านทุติยภูมิ (แรงดันต่ำ) ของหม้อแปลงไฟฟ้า TR_1,TR_2 และTR_3 มีค่า 400โวลท์ จึงทำการปรับ Tap ของหม้อแปลงทั้ง 3 ตัว (ทางโรงงานอาจเปลี่ยนจากการปรับ Tap มาติดตั้งอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าก็ได้ เพื่อรักษาระดับแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้สมดุลตลอดเวลาและช่วยลดกระแสไฟฟ้าสูญเสียในช่วงสตาร์ทเครื่องจักร แต่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการลงทุน) ให้มีค่าใกล้เคียงพิกัด 380 โวลท์ (ปรับที่ 390 โวลท์) เนื่องจากหม้อแปลงที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าสูง Core Lossในตัวหม้อแปลงจะสูงตาม นอกจากนี้ยังทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ใช้งานในโรงงานต่ำและอายุการใช้งานสั้นอีกด้วย [18]

ผลการปรับแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในระดับเหมาะสม

Core Loss ของ TR ลดลง = Core Loss $\times\left[\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2-1\right]\times$ จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานจริงของหม้อแปลงแต่ละตัวใน 1 ปี

เมื่อ V_1 = แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จริงด้านทุติยภูมิของหม้อแปลง

V_2 = แรงดันไฟฟ้าที่ต้องการแก้ไข

Core Loss ของ TR_1 ลดลง $= 3.25\times\left[\left(\frac{400}{390}\right)^2-1\right]\times 16\times 365$

$=$ 986 KWh / ปี

Core Loss ของ TR_2 ลดลง $= 1.15\times\left[\left(\frac{400}{390}\right)^2-1\right]\times 24\times 365$

$=$ 523 KWh / ปี

Core Loss ของ TR_3 ลดลง $= 1.9\times\left[\left(\frac{400}{390}\right)^2-1\right]\times 24\times 365$

$=$ 864 KWh / ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รวม Core Loss ของหม้อแปลงทั้ง 3 ตัวที่ลดลง = 2,373 KWh / ปี

ราคาไฟฟ้าเฉลี่ย = 2.875 บาท/หน่วย

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 6,822 บาท/ปี

และการปรับ Tapของหม้อแปลงจะส่งผลให้ Core Loss ของมอเตอร์จะลดลงตามสัดส่วนกำลังสองของ voltage ที่ลดลงเช่นกัน

จากตารางเครื่องจักรทั้งหมดในโรงงาน (ภาคผนวก ง., ตารางที่ ง-2) มีมอเตอร์อยู่ 250 KW

$$\text{Core Loss ลดลง} = \text{โหลดทั้งหมด} \times \left(\frac{1}{\eta} - 1\right) \times \%Coreloss \times \left[\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 - 1\right] \times \text{ชั่วโมงทำงานใน 1 ปี}$$

เมื่อ η = ประสิทธิภาพของมอเตอร์เฉลี่ย 87%

%Core Loss = 20% เมื่อเปรียบเทียบกับการสูญเสียทั้งหมด

$$\text{Core Loss ลดลง} = 250 \times \left(\frac{1}{0.87} - 1\right) \times 0.2 \times \left[\left(\frac{400}{390}\right)^2 - 1\right] \times 3{,}936$$

= 1,527 KWh / ปี

ราคาไฟฟ้าเฉลี่ย = 2.875 บาท / หน่วย

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 4,390 บาท / ปี

ผลการปรับ Tap ทำให้โรงงานสามารถลดการสูญเสียได้ดังนี้

สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ทั้งหมด = 3,900 KWh / ปี

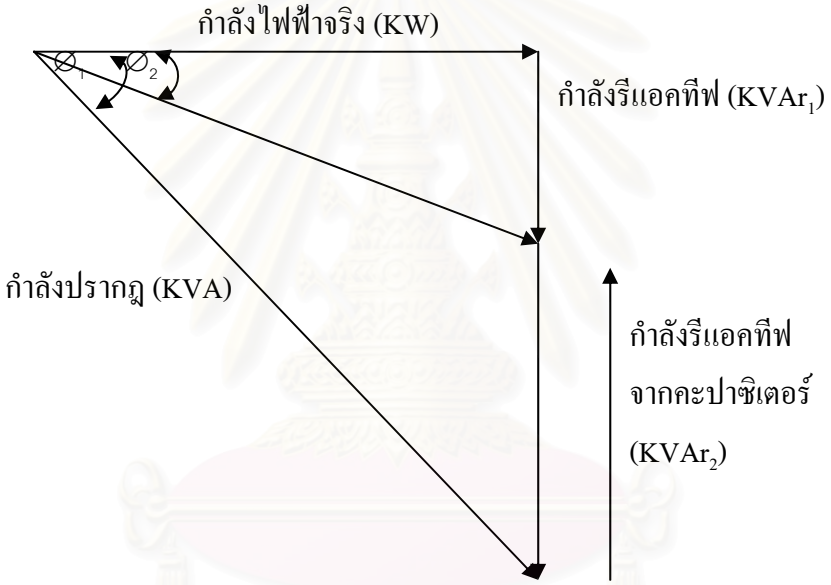
รวมเป็นเงินที่ประหยัดได้ทั้งหมด = 11,212 บาท / ปี

การลงทุน = 0 บาท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5.4 การปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในหม้อแปลง

จากโหลดของหม้อแปลง จะเห็นว่า TR_3 และ TR_4 มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำมาก คือ 0.44 และ 0.50 ตามลำดับ ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้สูงขึ้นเป็น 0.95 โดยการติดตั้งตัวเก็บประจุ (Capacitor) เข้าไปเพื่อปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ดังรายละเอียดการคำนวณต่อไปนี้ [17]



รูปที่ 5.12 *แผนภูมิเวกเตอร์ของการปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์*

$$\text{Power factor (P.F.)} = \frac{KW}{KVA} = \cos \varnothing_1$$

$$KVA^2 = KW^2 + KVAr^2$$

<u>ข้อมูล</u>

โหลด TR_3 = 300 - j204 P.F. = 0.44

โหลด TR_4 = 200 - j346 P.F. = 0.50

<u>การคำนวณ</u> [19]

แก้เพาเวอร์แฟคเตอร์เป็น 0.95 จะทำให้

โหลด TR_3 = 300 – j99

ต้องติดตั้ง Capacitor = (204 – 99) = 105 ประมาณ 100 KVAr

โหลด TR_4 = 200 - j66

ต้องติดตั้ง Capacitor = (346 – 66) = 280 ประมาณ 275 KVAr

ราคาติดตั้ง 1 KVAr = 600 บาท

50 KVAr = 25,000 – 30,000 บาท

ดังนั้นราคาติดตั้ง TR_3 = (2 X 25,000)

= 50,000 บาท

TR_4 = (5X25,000)+(25X600)

= 140,000 บาท

รวมต้นทุนค่าติดตั้งทั้งหมด = 190,000 บาท

<u>ผลการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์</u>

1. Copper Loss ที่ลดลง

$$= \text{KVA} \times (1\text{-eff}) \times \%\ \text{Copper Loss} \times \left(\frac{I_a}{I_{rated}} \right)^2 - \left(\frac{I_b}{I_{rated}} \right)^2 \times (\text{ชั่วโมงการทำงานใน 1 ปี})$$

โดยที่ I_a = กระแสก่อนการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

$$= \frac{KW \times 1{,}000}{\sqrt{3} \times V \times \cos\theta}$$

I_b = กระแสหลังการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

$$= \frac{KW \times 1{,}000}{\sqrt{3} \times V \times \cos\theta}$$

และ $I_{rated} = \frac{KVA \times 1{,}000}{\sqrt{3} \times V}$

หม้อแปลง TR_3 1,000 KVA ข้อมูลจากตารางที่ 5.6

% Copper Loss = 0.88

Efficiency = 0.985

$$I_a = \frac{300 \times 1{,}000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.44} = 984 \text{ A}$$

$$I_b = \frac{300 \times 1{,}000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.95} = 456 \text{ A}$$

$$I_{rated} = \frac{1{,}000 \times 1{,}000}{\sqrt{3} \times 380} = 1{,}519 \text{ A}$$

Copper Lossที่ลดลงของ TR_3 $= 1{,}000 \times (1 - 0.985) \times 0.88 \left[\left(\frac{984}{1{,}519} \right)^2 - \left(\frac{456}{1{,}519} \right)^2 \right] \times 3{,}936$

$= 17{,}120$ KWh / ปี

หม้อแปลง TR_4 500KVA ข้อมูลจากตารางที่ 5.6

% Copper Loss = 0.83

Efficiency = 0.987

$$I_a = \frac{200 \times 1{,}000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.5} = 577\text{A}$$

$$I_b = \frac{200 \times 1{,}000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.95} = 304 \text{ A}$$

$$I_{rate} = \frac{500 \times 1{,}000}{\sqrt{3} \times 380} = 760 \text{ A}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Copper Lossที่ลดลง ของ TR_4=$500\times(1-0.987)\times 0.83\times\left[\left(\frac{577}{760}\right)^2-\left(\frac{304}{760}\right)^2\right]\times 3{,}936$

= 8,842 KWh / ปี

ดังนั้นผลรวม Copper Loss ที่ลดลง = 25,962 KWh / ปี

2. ลดกำลังงานสูญเสียในสายเคเบิล

$=3\times\left(I_a^2-I_b^2\right)\times R_t\left[1+\alpha(t_\omega-20)\right]\times L\times$ ชั่วโมงทำงานใน 1 ปี

(ค่าคงที่มาตรฐาน VDE และมาตรฐานสากล)

เมื่อ

R_t = ความต้านทานของสายไฟฟ้า

= ใช้สายอลูมิเนียมขนาด 3×300 mm^2 / เฟส

= $3.25\times10^{-5}\,\Omega/m$

α = ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานของสายไฟฟ้า

= 0.0039 $\Omega/^\circ$C ที่ 20 $^\circ$C

t_ω = อุณหภูมิของสาย 35°C

L = ความยาวของสายต่อเฟส 20 m.

หม้อแปลง TR_3 1,000 KVA แทนค่าสูตร

$=3\times\left(984^2-456^2\right)\times 3.25\times10^{-5}\left[1+0.0039(35-20)\right]\times 20\times 3{,}936\times10^{-3}$

= 6,177 KWh / ปี

หม้อแปลง TR_4 500 KVA แทนค่าสูตร

$=3\times\left(577^2-304^2\right)\times 3.25\times10^{-5}\left[1+0.0039(35-20)\right]\times 20\times 3{,}936\times10^{-3}$

=1,954 KWh/ปี

รวมลดกำลังการสูญเสียในสายเคเบิลทั้งหมด = 8,131 KWh / ปี

ดังนั้นผลรวมความสูญเสียที่ลดลงทั้งหมด = 34,093 KWh / ปี

ราคาไฟฟ้าเฉลี่ย = 2.875 บาท / หน่วย

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 98,017 บาท / ปี

(รายละเอียดการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์อยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อ โครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลง โครงการที่ 1)

5.5.5 การเลือกซื้อหม้อแปลงชนิดประสิทธิภาพสูงและมีขนาดเหมาะสมกับโหลด

ในกรณีที่โรงงานจะซื้อหม้อแปลงใหม่ ควรพิจารณาเลือกซื้อชนิดที่มีประสิทธิภาพสูง หรือเป็นแบบประหยัดพลังงาน ซึ่งจะมีการสูญเสียใน Core Loss ต่ำกว่าแบบธรรมดา และควรเลือกขนาดที่เหมาะสมกับโหลดมากที่สุด หากพิจารณาคุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้า ดังรูปที่ 5.10 จะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพของหม้อแปลงจะแปรผันตามค่าโหลด ดังนั้นถ้าหากซื้อหม้อแปลงขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้โหลดแฟคเตอร์ต่ำ และประสิทธิภาพก็ต่ำด้วย

ดังนั้นโดยภาพรวมแล้ว การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของหม้อแปลง นอกจากการพิจารณาเลือกขนาดที่เหมาะสมกับโหลดมากที่สุดเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว การจัดหม้อแปลงให้สามารถหยุดได้เป็นส่วนๆ และตัดหม้อแปลงออกจากระบบขณะที่ไม่ทำงานก็สามารถลดค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่เกิดจากการสูญเสียในหม้อแปลงได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ส่งผลกระทบต่อการผลิตภายในโรงงานด้วยเช่นกัน

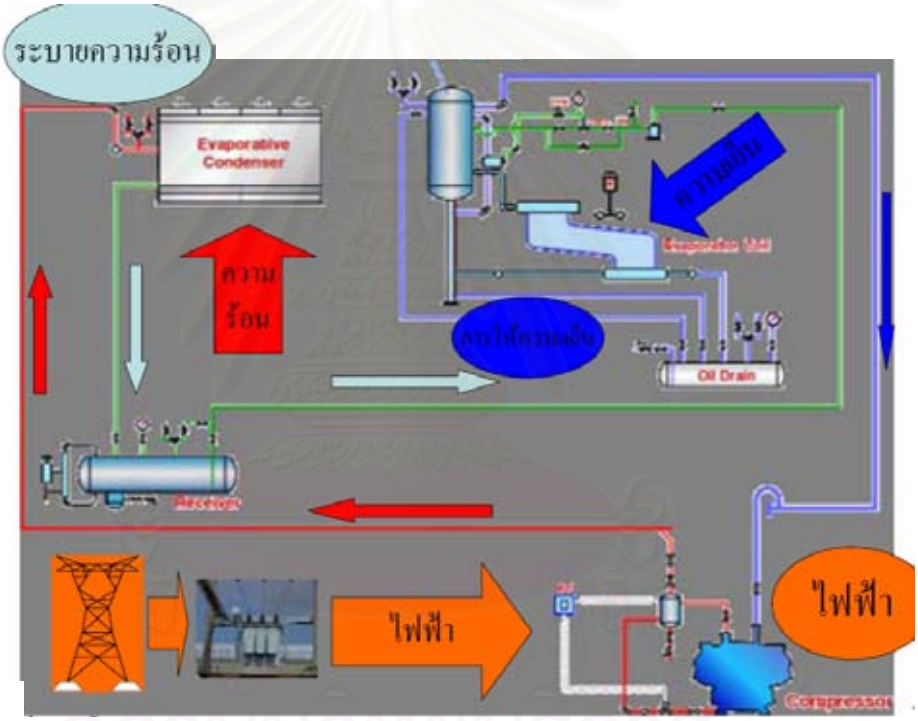
สรุปผลการดำเนินงานแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลงดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 *สรุปผลการดำเนินงานการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลง*

โครงการ	การลงทุน (บาท)	พลังงานลดลง (KWh / ปี)	ประหยัดค่าใช้จ่าย (บาท / ปี)	ผลที่ได้รับ
1. ปลดแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิขณะไม่มีโหลด	0	9,490	27,284	ประสบความสำเร็จ
2. ย้ายโหลดหม้อแปลงที่น้อยมารวมกัน	0	5,260	15,123	อยู่ระหว่างดำเนินการ
3. ปรับ Tap หม้อแปลง	0	3,900	11,212	ประสบความสำเร็จ
4. ปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์	190,000	34,093	98,017	คืนทุน 1 ปี 11 เดือน คุ้มค่าในการลงทุนอย่างรวดเร็ว
5. เลือกซื้อหม้อแปลงประสิทธิภาพสูงและเหมาะสมกับโหลด	-	-	-	เป็นแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการเลือกซื้อหม้อแปลงครั้งต่อไป
รวม	190,000	47,483	136,513	ลดลงได้ 0.55 % ของค่าไฟฟ้าทั้งหมด

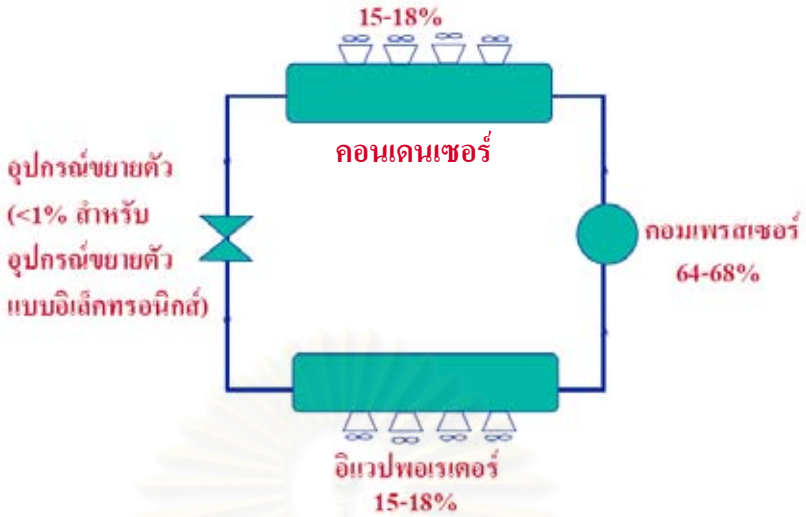
5.6 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศคือ ระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณลมและคุณภาพของอากาศในโรงงานหรืออาคาร ซึ่งมักจะมีค่าเหมาะสมอยู่ที่ช่วงอุณหภูมิ 24 – 26 °C และมีความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 50 – 60 %RH นอกจากนี้ความเร็วลมที่เหมาะสมที่กระทบตัวบุคคลควรมีค่าอยู่ในช่วง 4.5 – 9.0 เมตร/วินาที หรือคิดเป็นปริมาณลมประมาณ 15 – 30 CFM โดยมีโครงสร้างการทำงานดังรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.13 *วงจรเครื่องทำความเย็น [20]*

จากมาตรฐานการศึกษาโครงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ของสหราชอาณาจักร พบว่าแต่ละส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องปรับอากาศนั้น มีการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงได้ ดังรูปที่ 5.14



รูปที่ 5.14 *พลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ [20]*

จากรูปที่ 5.14 จะเห็นได้ว่าการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศจะต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมเพรสเซอร์เป็นหลักเพราะใช้พลังงานถึง 64 – 68 % ของพลังงานทั้งหมด ซึ่งส่วนประกอบพื้นฐานทั้ง 4 ส่วนของเครื่องปรับอากาศมีรายละเอียด ดังนี้

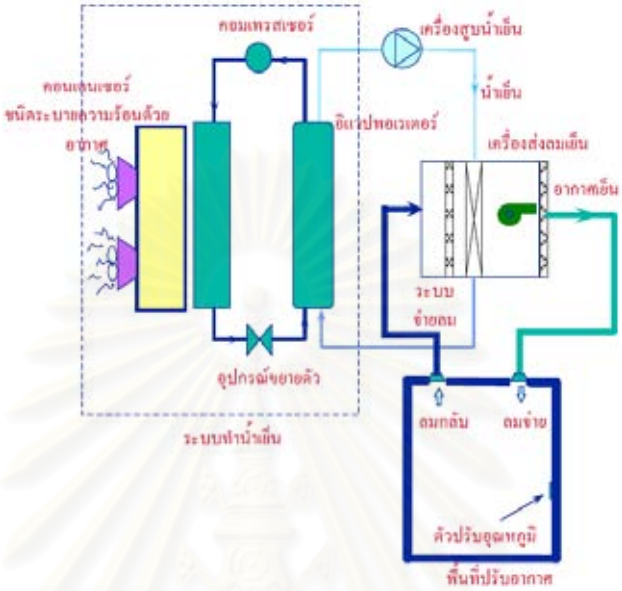
อิแวปพอเรเตอร์ เป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนถูกออกแบบมาเพื่อดึงความร้อนออกจากพื้นที่ปรับอากาศโดยการใช้ตัวกลาง เช่น อากาศหรือสารทำความเย็น (ใช้พลังงานสำหรับพัดลม 15-18 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบทั้งหมด)

คอมเพรสเซอร์ เป็นตัวดึงก๊าซของสารทำความเย็นความดันต่ำจากอิแวปพอเรเตอร์และอัดให้ความดันสูงขึ้น ก๊าซของสารทำความเย็นจะถูกทำให้เย็นลงและควบแน่นเป็นของเหลวต่อไป (ใช้พลังงาน 64-68 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบทั้งหมด)

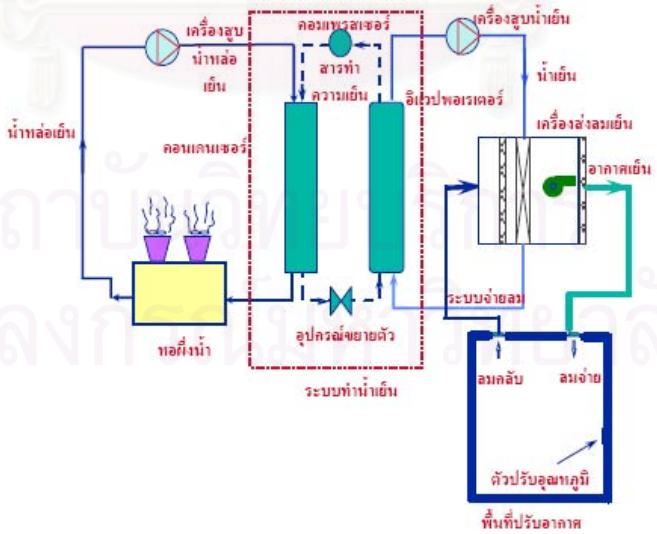
คอนเดนเซอร์ เป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับอิแวปพอเรเตอร์ ก๊าซของสารทำความเย็นจะถูกดึงความร้อนออกไปจนกลายเป็นของเหลว (ใช้พลังงานสำหรับพัดลม 15-18 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบทั้งหมด)

อุปกรณ์ขยายตัว เป็นอุปกรณ์อย่างง่ายสำหรับลดความดันของสารทำความเย็นเหลว ก่อนเข้าอิแวปพอเรเตอร์ นอกจากนี้ยังใช้สำหรับควบคุมการไหลของสารทำความเย็นเข้าสู่อิแวปพอเรเตอร์ (มีการใช้พลังงานน้อยมากโดยเฉพาะอุปกรณ์ขยายตัวแบบอิเลคทรอนิกส์)

ระบบปรับอากาศมีวิธีการระบายความร้อน 2 แบบด้วยกัน คือ แบบระบายความร้อนด้วยอากาศแสดงได้ดังรูปที่ 5.15 และแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ดังรูปที่ 5.16



รูปที่ 5.15 *ระบบปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ [20]*



รูปที่ 5.16 *ระบบปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ [20]*

สูตรการคำนวณและค่ามาตรฐานต่างๆของเครื่องปรับอากาศจะอ้างอิงตาม กฎกระทรวงที่อ้างอิงใน พรบ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และการนำเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานจะอยู่ภายใต้กฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน ของสำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ซึ่งแสดงไว้ใน ภาคผนวก ง.

มาตรฐานการปรับอากาศภายในอาคารตามกฎหมาย จะต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด ไม่เกินค่าที่แสดงดังตารางที่ 5.8 และตารางที่ 5.9 ตามชนิดเครื่องปรับอากาศ ดังนี้

ตารางที่ 5.8 *ค่ามาตรฐานของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ [21]*

ชนิดทำความเย็น	แบบหอยโข่ง (ตันความเย็น)			แบบลูกสูบ (ตันความเย็น)		แบบเป็นชุด	แบบสกรู
ส่วนทำความเย็น	≤250	<250 - 500	>500	≤35	>35		
อาคารใหม่ (KW / ตันความเย็น)	0.75	0.70	0.67	0.98	0.91	0.88	0.70
อาคารเก่า (KW / ตันความเย็น)	0.90	0.84	0.80	1.18	1.10	1.06	0.84

ตารางที่ 5.9 *ค่ามาตรฐานของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ [21]*

ชนิดทำความเย็น	แบบหอยโข่ง (ตันความเย็น)		แบบลูกสูบ (ตันความเย็น)		แบบเป็นชุด	แบบติดหน้าต่าง/ แบบแยกส่วน
ส่วนทำความเย็น	≤ 250	>250	≤ 50	>50		
อาคารใหม่ (KW / ตันความเย็น)	1.40	1.20	1.30	1.25	1.37	1.40
อาคารเก่า (KW / ตันความเย็น)	1.61	1.38	1.50	1.44	1.58	1.61

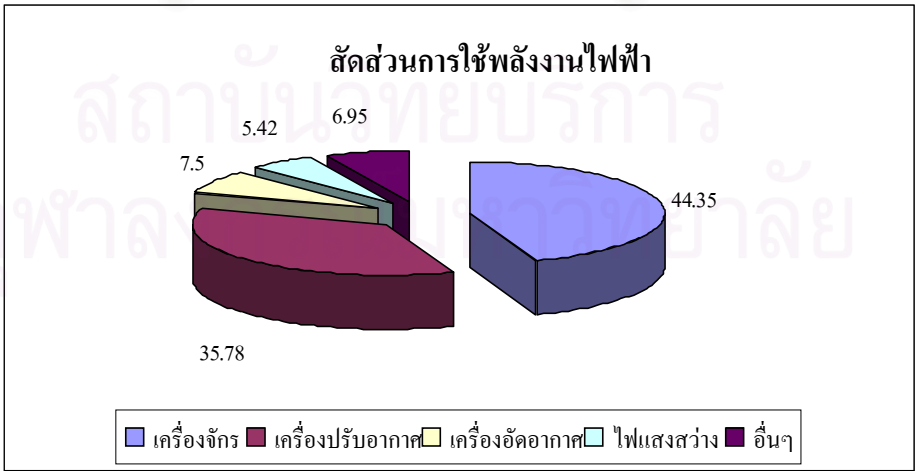
ดังนั้น แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ คือ การใช้งานอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุดทั้งในด้านระยะเวลาและวิธีการใช้งาน ตลอดจนการดูแลรักษาอุปกรณ์ของเครื่องปรับอากาศให้มีสภาพดีอยู่เสมอเพื่อป้องกันการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น

ข้อมูลค่าไฟฟ้าของทางโรงงานตัวอย่าง ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2547 – เมษายน 2548 ในช่วงระยะเวลา 1 ปี มีค่าใช้จ่าย และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า แยกตามสัดส่วนอุปกรณ์ ดังแสดงในตารางที่ 5.10 และ รูปที่ 5.17 โดยค่าเหล่านี้จะนำมาเป็นฐานในการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตามเปอร์เซ็นต์การใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในปีฐานนี้

ตารางที่ 5.10 *สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์*

สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า พ.ค. 47 - เม.ย. 48			
อุปกรณ์	เปอร์เซ็นต์	KWh / ปี	บาท / ปี
เครื่องจักร	44.35	3,669,093	10,487,066
เครื่องปรับอากาศ	35.78	2,960,094	8,460,591
เครื่องอัดอากาศ	7.50	620,478	1,773,461
ไฟแสงสว่าง	5.42	448,399	1,281,621
อื่นๆ	6.95	574,976	1,643,407
รวม	100	8,273,040	23,646,147

ที่มา : จากการเก็บข้อมูลของผู้วิจัย 12 พฤษภาคม 2548



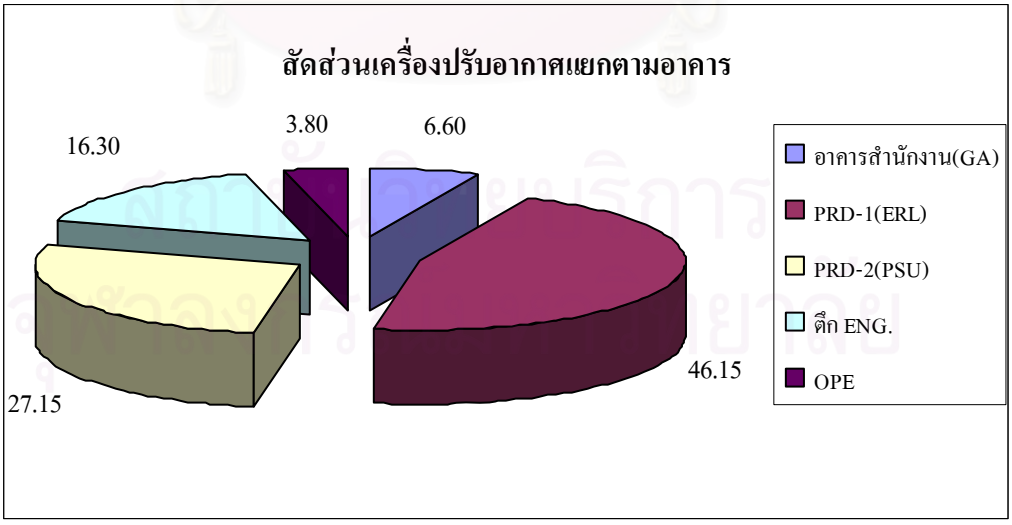
รูปที่ 5.17 *สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์*

โรงงานตัวอย่างมีจำนวนเครื่องปรับอากาศทั้งหมด 133 ตัว (รายละเอียดเครื่องปรับอากาศแสดงในภาคผนวก ง., ตารางที่ ง-3) แยกเป็นสัดส่วนตามสถานที่ต่างๆ ได้ดังตารางที่ 5.11 และ รูปที่ 5.18

ตารางที่ 5.11 *สัดส่วนเครื่องปรับอากาศในโรงงาน*

DESCRIPTION	อาคาร					TOTAL
	อาคารสำนักงาน(GA)	PRD-1(ERL)	PRD-2(PSU)	ตึก ENG.	OPE	
PERCENT %	6.60	46.15	27.15	16.30	3.80	100.00
BTU/HR	615,040	5,452,812	3,401,700	1,697,000	381,600	11,548,152
KW.	68.16	475.87	280.36	168.63	39.34	1032.36
EER.eva	9.02	11.46	12.13	10.06	9.70	11.19
พื้นที่ ตร.ม.	532.94	4,290.18	2,862.80	1,520.76	364.25	9,570.93
Watt/ตร.ม.	127.89	110.92	97.93	110.89	108.00	107.86
KWHR/year	195,366	1,366,083	803,666	482,495	112,484	2,960,094
รวมเงิน(บาท/ปี)	558,399	3,904,563	2,297,050	1,379,076	321,502	8,460,591

ที่มา : จากการเก็บข้อมูลของผู้วิจัย 12 พฤษภาคม 2548



รูปที่ 5.18 *สัดส่วนเครื่องปรับอากาศแยกตามอาคาร*

5.6.1 มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศโดยรวม

จากตารางที่ 5.11 สัดส่วนเครื่องปรับอากาศในโรงงานแยกตามอาคาร เป็นการแสดงสัดส่วนการใช้เครื่องปรับอากาศของแผนกต่างๆว่าใช้มากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์การใช้และการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศโดยรวมต่อไป

ในหัวข้อนี้จะแสดงมาตรการรวมทั้งโรงงานที่เกี่ยวข้องกับทุกแผนก ในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศโดยมีแนวทางดังต่อไปนี้ [22]

(1) มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาพัก โดยเครื่องปรับอากาศที่สามารถปิดช่วงเวลาพักได้มีทั้งสิ้น 85 เครื่องจากทั้งหมด 133 เครื่อง รวม 526.79 ตัน ผลการดำเนินงานตามมาตรการสามารถสรุปได้ดังนี้

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	119,954	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	340,670	บาท / ปี
เงินลงทุน	0	บาท

(2) มาตรการล้าง Filter Air ขนาด 20 ตันขึ้นไปจากเดือนละครั้งเป็น 3 วันครั้ง

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	106,470	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	330,057	บาท / ปี
เงินลงทุน	0	บาท

(3) ปรับตั้งเครื่องปรับอากาศให้อยู่ที่ 26 องศาเซลเซียสทั้งบริษัท

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	175,076	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	542,735	บาท / ปี
เงินลงทุน	0	บาท

สรุปทั้งหมด	ปริมาณพลังงานที่ลดได้	401,499	KWh /ปี
	ประหยัดค่าใช้จ่าย	1,213,462	บาท / ปี
	เงินลงทุน	0	บาท

(รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อรายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน)

5.6.2 มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงาน(GA)

จากผลการสำรวจเครื่องปรับอากาศบริเวณอาคารสำนักงาน(GA) ทำให้ได้รับทราบข้อมูลเบื้องต้นในการใช้เครื่องปรับอากาศแสดงได้ดัง ตารางที่ 5.12 ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องปรับอากาศทุกตัวมีการคำนวณการออกแบบการติดตั้งที่เหมาะสมทั้งในด้านอัตราส่วนขนาดของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยและชนิดของเครื่องปรับอากาศ

จากผลการสำรวจ มี เครื่องปรับอากาศที่ Condensing Unit ไม่ทำงานอยู่ 3 เครื่องทำให้ไม่สามารถวัดค่าต่างๆ ทางไฟฟ้าได้ คือ

(1) Reception Room 6

(2) Reception Area 15

(3) Payroll Room 1

และมีเครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้ใช้อยู่ 4 เครื่อง ทำให้ไม่สามารถวัดค่าต่างๆทางไฟฟ้าได้ คือ

(1) CODE 4 DAIKIN 31,600 Btu/hr MAINTENANCE RM. เก็บไว้ที่ห้องเก็บของแผนกบัญชี ชั้น 2

(2) CODE 6 CENTRAL 12,500 Btu/hr INTERVIEW RM. เก็บไว้ที่ห้องเก็บของแผนก Recruit HR

(3) CODE 10 DAIKIN 24,000 Btu/hr LIFE CLINIC ROOM. ติดไว้ไม่ได้ใช้

(4) CODE 23 DAISHITA 18,300 Btu/hr RECRUIT ROOM. เก็บไว้ที่ห้องสมัครงานข้างป้อมยาม

จากผลการวัดค่าต่างๆของเครื่องปรับอากาศ ในตารางที่ 5.13 ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ หรือ EER (Energy Efficiency Ratio) ของเครื่องปรับอากาศบางตัวมีค่าต่ำ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงมีค่า EER 10.5 ขึ้นไป และโดยทั่วไปค่า EER ไม่ควรต่ำกว่า 10 โดยมิวิธีการคำนวณ EER ดังนี้ [23]

$$EER = \frac{(Btu/hr)}{watt}$$

ตารางที่ 5.12 *สัดส่วนเครื่องปรับอากาศในอาคารสำนักงาน(GA.)*

ข้อมูล / สถานที่	GA.Office	Reception Room 1	Reception Room 2	Reception Room 6	Reception Area	Pressident Room	Nursing Room	Payroll Room	Vice Pressident Room	Store ADM	Training Room 2
พื้นที่ (ตร.ม.)	210	12	20	6.75	36.4	40.8	27.5	17	25	20	40
มาตรฐานขนาดแอร์(ตัน / ตร.ม.)	15	8	14	15	15	15	16	16	15	14	13
รวมต้องใช้แอร์(ตัน)	14.00	1.42	1.42	0.45	2.40	2.67	1.69	1.07	1.67	1.42	3.00
หรือคิดเป็น (Btu / hr)	168,000	17,000	17,000	5,400	28,800	32,000	20,250	12,800	20,000	17,000	36,000
ปัจจุบันติดตั้งแอร์ขนาด (Btu / hr)	33,400	20,000	24,000	12,500	66,900	33,400	35,200	21,300	25,800	35,300	66,900
จำนวนทั้งหมด (Units)	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
รวมใช้ทั้งหมด(Btu / hr)	167,000	20,000	24,000	12,500	66,900	33,400	35,200	21,300	25,800	35,300	66,900
หรือคิดเป็นตัน (ตัน)	13.92	1.67	2.00	1.04	5.58	2.78	2.93	1.78	2.15	2.94	5.58
เฉลี่ย(ตัน / ตร.ม.)	15.09	7.20	10.00	6.48	6.53	14.66	9.38	9.58	11.63	6.80	7.17

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.13 *ผลการวัดค่าเครื่องปรับอากาศในอาคารสำนักงาน(GA.)*

CODE.	Volt	Amp	PF.	kW.	EER	Efficiency	kWh/yr	Baht/yr
11	229.78	16.6	0.93	3.57	9.36	75%	7,540	21,677
12	230.55	18.52	0.92	3.72	8.98	75%	7,857	22,588
19	228.33	17.04	0.94	3.72	8.98	75%	7,857	22,588
20	229.43	14.36	0.84	2.82	11.84	85%	5,956	17,123
21	229.47	18.36	0.89	3.74	8.93	75%	7,899	22,709
RE 1	228.86	13.24	0.89	2.61	7.66	70%	5,512	15,848
RE 2	230.19	13.12	0.98	2.59	9.27	75%	5,470	15,726
RE 6	222.5	6.81	0.2	0.29	-	-	612	1,761
RE 15	227.11	0.72	0.89	0.14	-	-	296	850
RE 16	230.65	15.87	0.95	3.45	10.23	80%	7,286	20,948
Pressident	224.91	19.87	0.88	3.96	8.43	75%	8,364	24,045
Nurse	227.97	16.25	0.97	3.6	9.77	75%	7,603	21,859
Payroll 1			Condensing Unit not work					
Payroll 2	223.56	2.83	0.86	0.54	16.30	90%	1,140	3,279
Vice Press	228.57	12.96	0.86	2.48	10.40	85%	5,238	15,059
Store Adm	227.92	18.23	0.95	3.85	9.16	93%	8,131	23,377
Train 1	226.5	16.1	0.95	3.5	10.08	95%	7,392	21,252
Train 2	225.8	16.5	0.99	3.7	8.54	85%	7,814	22,466
Total	-	237.38	-	48.28	-	-	101,967	293,156

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้นจากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน วิธีการหนึ่งที่สามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศได้คือ การเปลี่ยนการใช้งานจากเทอร์โมสตัทธรรมดา ซึ่งอาศัยหลักการทำงานของโลหะ 2 ชิ้น ที่มีการงอตัวเมื่อได้รับความร้อน เป็นตัวควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมแบบนี้จะมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง ทำให้การตัดต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์เป็นไปอย่างช้าๆ ซึ่งหากอุณหภูมิลดต่ำมากกว่าค่าที่ตั้งไว้ บางครั้งกว่าที่เทอร์โมสตัทจะสั่งให้คอมเพรสเซอร์หยุดการทำงานอาจใช้เวลามาก ซึ่งเป็นการสูญเสียพลังงาน ควรหันมาใช้เทอร์โมสตัทอิเลคทรอนิกส์ ซึ่งมีความแม่นยำในการควบคุมอุณหภูมิประมาณ 1 องศา ก็จะทำให้การตอบสนองต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น และทำให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น โดยทั่วไปแล้ว การเปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดรับความร้อนจากโลหะผสม (Bi-Metal) ที่ติดตั้งในเครื่องปรับอากาศไปใช้อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเลคทรอนิกส์ (Electronic Thermostat) เพื่อควบคุมอุณหภูมิการปรับอากาศและการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งหมดแล้ว จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศลงได้ประมาณ 13 % [18]

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักงาน (GA.) ที่สามารถทำได้และสอดคล้องกับโรงงานตัวอย่าง คือ ทำการเปลี่ยน เทอร์โมสตัทเป็นแบบอิเลคทรอนิกส์ ดังรูปที่ 5.19

รูปที่ 5.19 *เปลี่ยนเทอร์โมสตัทเป็นแบบอิเลคทรอนิกส์*

ทำการเปลี่ยน เทอร์โมสตัทเครื่องปรับอากาศที่มีค่า EER ต่ำกว่ามาตรฐาน (EER = 10) จำนวน 10 ตัว คือ

- CODE 11 GA.OFFICE EER = 9.36
- CODE 12 GA.OFFICE EER = 8.98
- CODE 19 GA.OFFICE EER = 8.98
- CODE 21 GA.OFFICE EER = 8.93
- CODE 13 RECEPTION 1(AUD.ROOM) EER = 7.66
- CODE 14 RECEPTION 2 EER = 9.27
- CODE 18 PRESDENT RM. EER = 8.43
- CODE 39 NURSING ROOM EER = 9.77
- CODE 3 STORE ADM. EER = 9.16
- CODE 2 TRAINNING ROOM 2 EER = 8.54

เงินลงทุนที่ต้องใช้สำหรับอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบอิเลคทรอนิกส์ จำนวน 10 เครื่อง เท่ากับ 9,900 บาท (ราคา 990 บาท/เครื่อง)

จากตารางที่ 5.13 ปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศทั้ง 10 ตัว มีค่ารวมกัน เท่ากับ 74,047 KWh /ปี

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	74,047 X 0.13	
	=	9,626	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	=	9,626 X 2.875	
	=	27,675	บาท / ปี
เงินลงทุน	=	9,900	บาท

(รายละเอียดการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์อยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ โครงการที่ 1)

5.6.3 มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของอาคารวิศวกรรม(ENG)

จากผลการสำรวจเครื่องปรับอากาศบริเวณอาคารวิศวกรรม(ENG) ทำให้ได้รับทราบข้อมูลเบื้องต้นในการใช้เครื่องปรับอากาศดังแสดงได้ดัง ตารางที่ 5.14 ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องปรับอากาศทุกตัวมีการคำนวณการออกแบบการติดตั้งที่เหมาะสมทั้งในด้านอัตราส่วนขนาดของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยและชนิดของเครื่องปรับอากาศ

จากผลการวัดค่าเครื่องปรับอากาศในตารางที่ 5.15 สามารถสรุปข้อมูลที่ได้ และแนวทางการประหยัดพลังงานดังนี้

บริเวณ CANTEEN มีเครื่องปรับอากาศ CODE. 2 ระบบไฟฟ้าลัดวงจรบ่อย ผลจากการวัดพบว่า มีค่ากระแสไฟฟ้าสูง (20.1 A.), มีค่ากำลังไฟฟ้าที่สูง (11.73 KW.) และ Hi Pressure ก็สูง (360 Psi) แต่ค่า EER กลับมีค่าต่ำ (EER = 8.70) โดยขณะทำการวัดเข็มที่เกจวัดแรงดันน้ำยากระดิกขึ้นลงตลอดเวลา และความเย็นที่ท่อ Suction น้อยมาก ส่วน Compressor ร้อนผิดปกติ ซึ่งเป็นอาการเบื้องต้นของระบบน้ำยาผิดปกติ จึงเป็นสาเหตุให้เครื่องปรับอากาศใช้งานระบบความเย็นได้ไม่เต็มที่ระบบไฟจึงลัดวงจรในที่สุดแนวทางในการนำเสนอเพื่อการแก้ปัญหาการประหยัดพลังงานคือ

- เปลี่ยนน้ำยาและเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์
- ล้างระบบท่อด้วย ไนโตรเจน และ F11
- เปลี่ยน Filter Drier และ แว็คคัม – ชาร์จ น้ำยา

บริเวณอาคารวิศวกรรม ชั้น 2 (ENG.2nd, FLOOR) ปัญหาที่พบในการตรวจสอบ คือ

- CODE 11 Condensing Unit ไม่ทำงาน
- CODE 13 Condensing Unit ชำรุด ไม่สามารถใช้งานได้

แนวทางการประหยัดพลังงานคือการลดจำนวนเครื่องปรับอากาศบริเวณนี้ลง เนื่องจากมีจำนวนเครื่องปรับอากาศที่เพียงพออยู่แล้ว ดังแสดงในตารางที่ 5.16 ด้วยวิธีการดังนี้ [22]

- CODE 11 ยังไม่ต้องซ่อมเก็บไว้ก่อน
- CODE 13 ตัดสวิตซ์ไฟยกเลิกได้เลย

ตารางที่ 5.14 *สัดส่วนเครื่องปรับอากาศในอาคารวิศวกรรม(ENG.)*

ข้อมูล / สถานที่	CANTEEN	ENG. 2nd, FLOOR	ENG.3rd, FLOOR TEST	ENG.3rd, FLOOR OVEN	ENG.3rd, FLOOR OFFICE	TRAINNING ROOM
พื้นที่ (ตร.ม.)	561	565	66	70	136	117
มาตรฐานขนาดแอร์(ตร.ม. / ตัน)	14	15	14	10	14	16
รวมต้องใช้แอร์(ตัน)	42.00	37.67	4.95	7.00	10.13	7.31
หรือคิดเป็น (Btu / hr)	504,000	452,000	59,400	84,000	121,500	87,750
ปัจจุบันติดตั้งแอร์ขนาด (Btu / hr)	102,000	56,000+35,000	35,000	31,600	120,000	31,600
จำนวนทั้งหมด (Units)	5	13+1	2	2	1	3
รวมใช้ทั้งหมด(Btu / hr)	510,000	707,000	70,000	63,200	120,000	94,800
หรือคิดเป็นตัน (ตัน)	42.50	58.92	5.83	5.27	10.00	7.90
เฉลี่ย(ตัน / ตร.ม.)	13.20	9.59	11.31	13.29	13.60	14.81

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.15 *ผลการวัดค่าเครื่องปรับอากาศในอาคารวิศวกรรม(ENG.)*

CODE.	Volt	Amp	PF.	kW.	EER	Efficiency	kWh/yr	Baht/yr
1	225.24	17.96	0.83	10.17	10.03	80%	8,787	25,263
2	229.28	20.1	0.85	11.73	8.70	62%	10,135	29,138
3	226.88	18.14	0.83	10.34	9.86	75%	8,934	25,685
4	225.24	20.3	0.86	11.8	8.64	70%	10,195	29,311
5	224.88	18.21	0.84	10.37	9.84	75%	8,960	25,760
6	229.39	8.31	0.82	4.69	11.94	90%	10,806	31,067
7	229.65	8.76	0.84	5.12	10.94	84%	11,797	33,916
8	229.68	9.34	0.85	5.52	10.14	86%	12,718	36,564
9	229.44	9.35	0.85	5.57	10.05	87%	12,833	36,895
10	228.97	9.42	0.85	5.53	10.13	86%	12,741	36,630
11	229.65	8.76	0.84	5.12	10.94	84%	11,797	33,916
12	229.42	9	0.83	5.18	10.81	84%	11,935	34,313
13	229.06	8.16	0.81	4.57	12.25	90%	10,529	30,271
14	229.6	6.74	0.73	4.38	12.79	90%	10,092	29,015
15	229.5	9.45	0.84	5.48	10.22	85%	12,626	36,300
16	228.9	8.26	0.82	4.55	12.31	90%	10,483	30,139
17	229.06	8.16	0.81	4.57	12.25	90%	10,529	30,271
18	226.13	3.18	0.99	0.71	12.67	95%	1,636	4,704
19	227	16	0.9	3.2	9.8	80%	3,686	10,597
20	227.4	17.47	0.9	3.95	8	60%	4,550	13,081
21	227	15.8	0.9	3.2	9.8	80%	3,686	10,597
22			Condensing Unit not work					
23	223.12	14.11	0.99	3.05	-	-	2,635	7,576
24	225.16	5.29	0.83	2.98	-	-	257	739
25	224.64	6.62	0.83	3.95	-	-	3,413	9,812
26	226.5	17.41	0.87	10.05	11.94	85%	8,683	24,964
32	224.85	3.52	0.99	0.75	12	95%	1,728	4,968
TOTAL	-	297.82	-	146.5	-	-	216,171	621,492

ตารางที่ 5.16 *สัดส่วนเครื่องปรับอากาศ ENG.2nd, FLOOR เมื่อตัด CODE 11 และ 13 ออก*

ENG.2nd, FLOOR มีพื้นที่	565	ต.ร.ม.
โดยทั่วไปจะใช้แอร์ขนาด 1 ตันต่อ	15	ต.ร.ม.
ควรใช้แอร์ทั้งหมดรวม	37.67	ตัน
หรือคิดเป็น บีทียู	452,000	Btu/hr
ปัจจุบันติดตั้งแอร์ขนาด	56,000	Btu/hr
จำนวนทั้งหมด	11	Units
รวมใช้เครื่องทำความเย็นทั้งหมด	616,000	Btu/hr
หรือคิดเป็นตันความเย็นจำนวน	51	ตัน
เฉลี่ยใช้ทำความเย็นขนาด 1 ตันต่อ	11	ต.ร.ม.

ผลการประหยัดพลังงานโดยไม่ต้องลงทุนแสดงได้ ดังนี้ จากตารางที่ 5.15 ปริมาณพลังงานของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 ตัว คือ 11,797 และ 10,529 KWh /ปี

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	11,797 + 10,529	
	=	22,326	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	=	22,326 X 2.875	
	=	64,187	บาท / ปี
เงินลงทุน	=	0	บาท

บริเวณอาคารวิศวกรรม ชั้น 3 (ENG.3rd, FLOOR) ปัญหาที่พบในการตรวจสอบ คือ

- CODE 22 Condensing Unit ไม่ทำงาน
- CODE 23 ระบบแรงดันน้ำยาผิดปกติ
- CODE 24 ระบบแรงดันน้ำยาผิดปกติ
- CODE 25 ระบบแรงดันน้ำยาผิดปกติ

ดังนั้นจะต้องส่งเครื่องปรับอากาศเหล่านี้ซ่อมก่อน ถึงจะมีการวัดและทำการเปรียบเทียบได้ เพราะค่าที่ได้ในการวัดเครื่องปรับอากาศที่อยู่ในสภาพไม่ปกติ ไม่สามารถนำค่าเหล่านี้มาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการประหยัดพลังงานได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

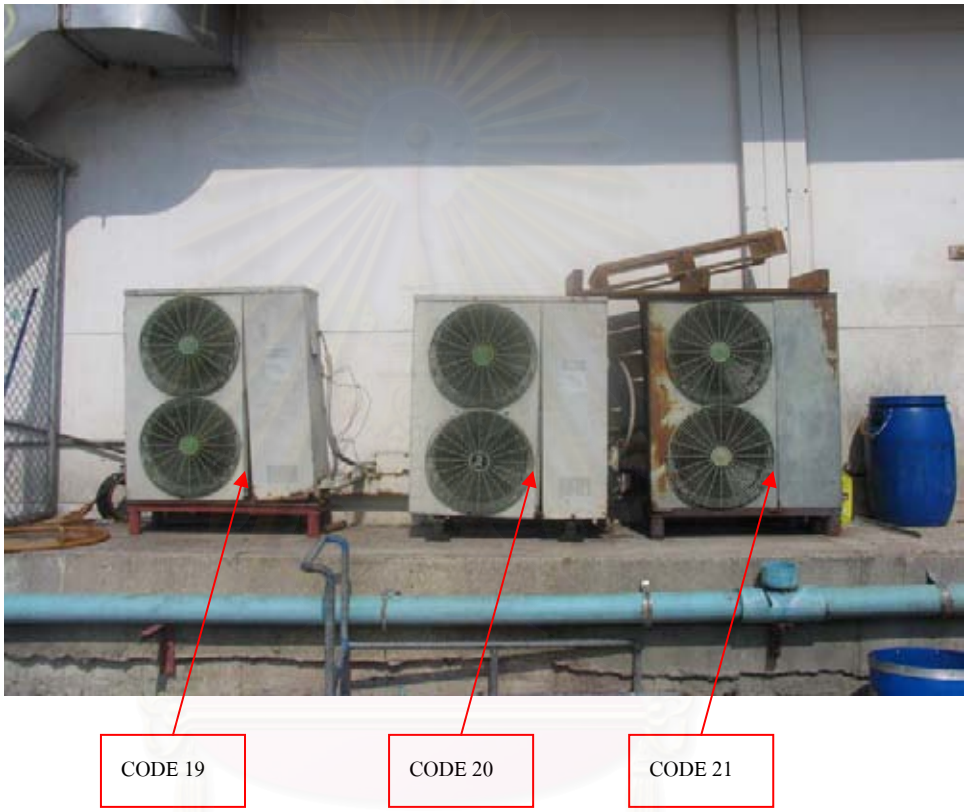
บริเวณห้องฝึกอบรม (Training Room) ปัญหาที่พบในการตรวจสอบ คือ

- CODE 19 Magnetic Contactor ชำรุด (ฝ่ายซ่อมบำรุงกำลังเปลี่ยนอยู่)
- CODE 20 Capacitor ชำรุดและน้ำยาขาด (ฝ่ายซ่อมบำรุงกำลังดำเนินการเปลี่ยนอยู่)

รูปที่ 5.20 *ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ*

รูปที่ 5.21 *เตรียมทำการวัดค่าต่างๆของเครื่องปรับอากาศ*

แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศบริเวณนี้มี 2 แนวทาง คือ การเปลี่ยน Condensing Unit เพราะสภาพเครื่องชำรุด ดังรูปที่ 5.22 ช่วงเดินเครื่องคอมเพรสเซอร์จะร้อนมาก โดยเบื้องต้นของการแก้ปัญหานี้คือ ทำการขยับ Condensing Unit CODE 21ซึ่งเป็นตัวที่ชำรุดมากที่สุดให้ห่างออกจากข้างฝามาชิดขอบทางเท้าเพื่อให้การระบายความร้อนได้ดีขึ้น ผลจากการเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า พบว่าสามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 25% ดังตารางที่ 5.17 [22]



รูปที่ 5.22 *สภาพ Condensing Unit ห้องอบรม*

ตารางที่ 5.17 *ผลการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศ CODE 21*

CODE 21	KW.	EER	Efficiency	KWh / yr	Baht / yr
Before	3.3	9.5	50%	3,802	10,931
After	2.5	12.6	85%	2,880	8,280
Saving	0.8	-	-	922	2,651

ผลการประหยัดพลังงานโดยไม่ต้องลงทุนแสดงได้ ดังนี้ จากตารางที่ 5.17 พลังงานที่ประหยัดได้ 922 KWh /ปี

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	922	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	=	922 X 2.875	
	=	2,651	บาท / ปี
เงินลงทุน	=	0	บาท

อีกแนวทางหนึ่งในการประหยัดพลังงานคือการเปลี่ยนมาใช้ Electronic Thermostat สำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีค่า EER ต่ำกว่า 10 ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

- CODE 3 CANTEEN EER = 9.86
- CODE 4 CANTEEN EER = 8.64
- CODE 5 CANTEEN EER = 9.84
- CODE 19 Training Room EER = 9.80
- CODE 20 Training Room EER = 8.00

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	36,325 X 0.13	
	=	4,722	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	=	4,722 X 2.875	
	=	13,576	บาท / ปี
เงินลงทุน	=	990 X 5	
	=	4,950	บาท

(รายละเอียดการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์อยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ โครงการที่ 2)

สรุปการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศทั้งหมดของอาคารวิศวกรรม(ENG.)

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	27,970	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	80,414	บาท / ปี
เงินลงทุน	4,950	บาท

5.6.4 มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของแผนก PRD-1

จากผลการสำรวจเครื่องปรับอากาศบริเวณการผลิตแผนก PRD-1 ทำให้ได้รับทราบข้อมูลเบื้องต้นในการใช้เครื่องปรับอากาศแสดงได้ดัง ตารางที่ 5.18 ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องปรับอากาศทุกตัวมีการคำนวณการออกแบบการติดตั้งที่เหมาะสมทั้งในด้านอัตราส่วนขนาดของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยและชนิดของเครื่องปรับอากาศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.18 *สัดส่วนเครื่องปรับอากาศในแผนก PRD-1*

ข้อมูล / สถานที่	SERVER RM. (MIS)	ERL PROD.	SWT/TR PRD.	SBT PROD.
พื้นที่ (ตร.ม.)	22	1,494	680	600
มาตรฐานขนาดแอร์(ตร.ม. / ตัน)	13	14	14	14
รวมต้องใช้แอร์(ตัน)	1.69	112.04	51.09	45.02
หรือคิดเป็น (Btu / hr)	20,308	1,344,440	613,089	540,225
ปัจจุบันติดตั้งแอร์ขนาด (Btu / hr)	18,300+28,000	600,000	204,000+102,000	360,000
จำนวนทั้งหมด (Units)	1+1	3	2+8	2
รวมใช้ทั้งหมด(Btu / hr)	46,300	1,800,000	1,224,000	720,000
หรือคิดเป็นตัน (ตัน)	3.86	150.00	102.00	60.00
เฉลี่ย(ตัน / ตร.ม.)	5.70	9.96	6.67	10.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.19 *ผลการวัดค่าเครื่องปรับอากาศที่ไม่มีประสิทธิภาพในแผนก PRD-1*

CODE	Volt	Amp	PF.	kW.	EER	Efficiency	kWh/yr	Baht/yr
1				น้ำยาขาด				
2	229.28	20.1	0.85	2.48	7.38	50%	17,856	51,336
3	226.88	18.14	0.83	3.36	8.33	50%	24,192	69,552
4				สายพานขาด				
14	225.49	38.49	0.77	19.9	*	10%	114,624	329,544
15	225.52	74.16	0.82	40.45	*	60%	232,992	669,852
16	225.16	79.7	0.84	45.28	*	75%	114,624	329,544
43				Compressor ไม่ทำงาน				
49				Compressor ไม่ทำงาน				
57	222.95	57.6	0.83	32.9	*	75%	189,504	544,824
58	223.09	65.8	0.82	36.54	10.9	95%	210,470	605,101
n1				FAN COIL สกปรก				
n2								
n3								
n4								
n5								
n6								
n7								
n8				สายพานเสื่อมสภาพทุกตัว				
TOTAL	-	353.99	-	180.9	-	-	904,262	2,599,753

* ผลการตรวจวัดค่าไม่สามารถนำมาประเมินผลได้ต้องซ่อมเครื่องปรับอากาศให้เป็นปกติก่อน

จากผลการวัดค่าเครื่องปรับอากาศในตารางที่ 5.19 สามารถสรุปข้อมูลที่ได้ และแนวทางการประหยัดพลังงานดังนี้

บริเวณ Server Room (MIS. Section) ปัจจุบันใช้เครื่องปรับอากาศ 2 ตัว โดยมีข้อมูล ดังตารางที่ 5.20

ตารางที่ 5.20 *ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ Server Room*

อายุ	BRAND	ประสิทธิภาพ	POWER SUPPLY	CAP.(Btu / hr)	KW.	สภาพ
17ปี	DAISHTA	50%	220V/1PH	18,300	2.48	เสียอยู่
17ปี	DAISHITA	50%	220V/1PH	28,000	3.36	เสียบ่อย
รวม	-	-	-	46,300	5.84	-
ทำความเย็นจริงได้				23,150		

จากตารางที่ 5.20 จะเห็นว่าเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 ตัวประสิทธิภาพน้อยมาก และอายุการใช้งานยาวนาน ทำให้เสียบ่อย และสูญเสียพลังงาน ดังนั้นจึงออกแผนปฏิบัติงานและผู้รับผิดชอบตามแนวทางการประหยัดพลังงาน (แสดงในภาคผนวก ง., หัวข้อรายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน) โดยการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ทั้ง 2 ตัว

ข้อมูลเดิมจากตารางที่ 5.18 Server Room มีขนาดห้อง 22 ตร.ม. ต้องใช้เครื่องปรับอากาศประมาณ 1.69 ตัน หรือ 20,308 Btu / hr ดังนั้นจึงต้องเลือกเครื่องปรับอากาศที่ให้ความเย็นได้ 20 องศาเซลเซียสโดยเร็ว เนื่องจากเป็นห้องที่ต้องควบคุมความเย็นของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง ขนาดเครื่องปรับอากาศที่ใช้จึงไม่ควรน้อยกว่า 33,400 Btu/hr

ตารางที่ 5.21 *ราคาเครื่องปรับอากาศที่ใช้เปลี่ยนใน Server Room*

VENDER	BRAND	MODEL	SUPPLY	CAP.(Btu/hr)	KW.	ราคา (BAHT)
SIAM DAIKIN	DAIKIN	FHY125BVE/R125LUY1S	380V/3PH	44,500	4.92	94,247
SIAM DAIKIN	DAIKIN	FHY125BVE/R125LUY1S	380V/3PH	44,500	4.92	77,885
TMS	DAIKIN	FHY125BVE/R100LUY1S	380V/3PH	35,700	3.85	79,394
TMS	DAIKIN	FHY125BVE/R100LUV1S	220V/1PH	36,100	4.01	95,765
TMS	MITSUBISHI	MCF18/MUCF-S18TV	220V/1PH	33,134	3.52	85,172
SIAM DAIKIN	DAIKIN	FHY125BVE/R100LUV1S	220V/1PH	36,100	4.01	70,566

จากตารางที่ 5.21 จึงเลือก เครื่องปรับอากาศDAIKIN MODEL FHY125BVE/R100LUVIS 220V./1PH 36,100 Btu / hr กำลังไฟฟ้า 4.01 KW. จำนวน 1 ตัว ราคารวมค่าติดตั้ง 70,566 บาท

<u>รายละเอียดการคำนวณ</u>

เครื่องปรับอากาศเดิมจำนวน 2 ตัว ใช้พลังงานไฟฟ้าวันละ 6 ชั่วโมง/ตัว รวม 12 ชั่วโมง

ปริมาณการใช้พลังงานเฉลี่ย	=	5.84 KW. X 12 X 360 ชม./ปี
	=	25,228 KWh / yr
เป็นเงิน	=	25,228 X 2.875
	=	72,531 บาท / ปี

เครื่องปรับอากาศตัวใหม่ 1 ตัวใช้พลังงาน 6 ชม./วัน (4.01 KW. X 6 X 360 ชม./ปี)

ปริมาณการใช้พลังงานเฉลี่ย	=	8,661 KWh / yr
เป็นเงิน	=	8,661 X 2.875
	=	24,900 บาท / ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	=	72,531 – 24,900
	=	47,631 บาท / ปี

สรุปการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศทั้งหมดของแผนก PRD-1

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	16,567	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	47,631	บาท / ปี
เงินลงทุน	70,566	บาท

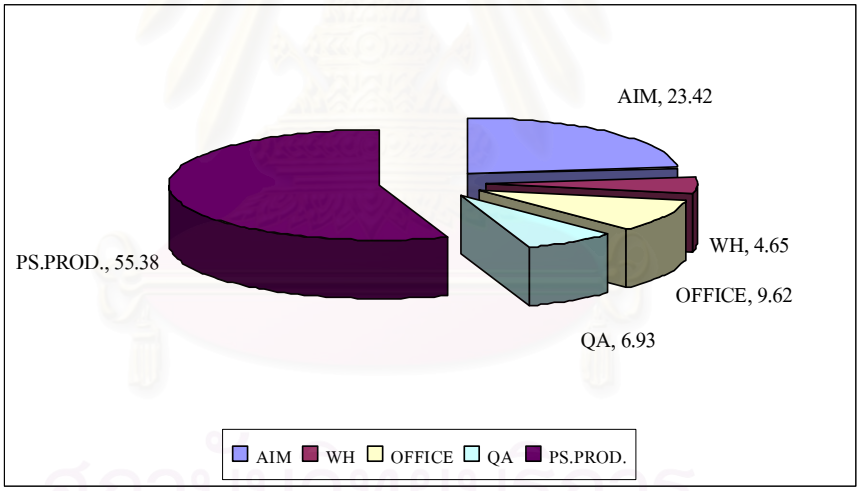
(รายละเอียดการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์อยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ โครงการที่ 3)

5.6.5 มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของแผนก PRD-2

จากผลการสำรวจเครื่องปรับอากาศบริเวณแผนกผลิต PRD-2 ทำให้ได้รับทราบข้อมูลเบื้องต้นในการใช้เครื่องปรับอากาศแสดงได้ดัง ตารางที่ 5.22 ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องปรับอากาศทุกตัวมีการคำนวณการออกแบบการติดตั้งที่เหมาะสม ทั้งในด้านอัตราส่วนขนาดของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยและชนิดของเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 5.22 *สัดส่วนเครื่องปรับอากาศ PRD-2*

DESCRIPTION	AIM	WH	OFFICE	QA	PS.PROD.	TOTAL
PERCENT %	23.42	4.65	9.62	6.93	55.38	100.00
Btu/hr	810,000	130,500	260,800	200,400	2,000,000	3,401,700
KW	65.67	13.03	26.97	19.42	155.27	280.36
EEReva	12.33	10.02	9.67	10.32	12.88	12.13
พื้นที่ (ตร.ม.)	600	162.4	240.4	180	1680	2862.8
Watt / ตร.ม.	109.45	80.23	112.19	107.89	92.42	97.93
KWh / yr	187,872	37,282	77,168	55,566	444,269	802,158
รวมเงิน(บาท)	540,132	107,186	221,858	159,752	1,277,273	2,306,204



รูปที่ 5.23 *สัดส่วนเครื่องปรับอากาศแผนก PRD-2*

จากรูปที่ 5.23 สัดส่วนเครื่องปรับอากาศใน PS.PROD มีมากถึง 55.38% ซึ่งโดยรวมแล้วเครื่องปรับอากาศในแผนก PRD-2 มีประสิทธิภาพที่ดีสังเกตได้จากค่า EER ที่มีค่าเฉลี่ยสูง (เกิน 10)

แต่จากข้อมูลฝ่ายซ่อมบำรุงพบว่า เครื่องปรับอากาศในแผนกนี้มีประสิทธิภาพต่ำและมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงค่อนข้างสูง ดังข้อมูลในตารางที่ 5.23 จึงทำการวัดอุณหภูมิภายในอาคารมีค่า 27.7 องศาเซลเซียส ทั้งที่เครื่องปรับอากาศทั้ง 4 ตัว ตั้งเทอร์โมสตัทไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าเครื่องไม่มีประสิทธิภาพที่จะทำความเย็นให้ถึง 25 องศาเซลเซียสได้ ทั้งๆที่ค่าที่

บันทึกไว้ในตารางที่ 5.22 ได้มีการคำนวณติดตั้งเครื่องปรับอากาศเผื่อไว้ถึง 20 – 30% ซึ่งสาเหตุน่าจะมาจาก

- สภาพเครื่องที่เก่า
- ติดตั้งผิดรูปแบบ ทำให้แรงดันความเย็นสูญเสียจากการเสียดทานและการปะทะ รวมทั้งมีการแบกน้ำหนักภายในท่ออีกด้วย
- ไม่มีแผนในการล้างทำความสะอาดแผ่นกรอง การถ่ายน้ำมันเครื่องของเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 5.23 *ข้อมูล PS.PROD ฝ่ายซ่อมบำรุง*

CODE AIR.	CAPACITY (Btu / hr)	CAP. RATE (%)	PRESSENT (Btu / hr)	ENERGY (KWh / yr)	EXPENSE (Baht / yr)	REPAIR (Baht / yr)
125	500,000	78.09	390,450	274,824	824,472	63,903
126	500,000	41.53	207,650	288,720	866,160	21,286
127	500,000	37.51	302,700	270,072	810,216	114,744
128	500,000	72.21	361,050	284,328	852,894	2,700
TOTAL	2,000,000	63.09	1,261,850	1,117,944	3,353,832	202,633

ผลจากการเก็บข้อมูลของฝ่ายซ่อมบำรุงดังตารางที่ 5.23 จะเห็นว่าเครื่องปรับอากาศทั้ง 4 ตัวมีค่าต่ำมาก รวมทั้งค่าซ่อมบำรุงรายปีทั้ง 4 ตัวก็สูง ดังนั้น แนวทางการประหยัดพลังงานในแผนก PRD-2 คือการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ดังนี้

พื้นที่ PS.PROD 1,680 ตร.ม. ต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1,512,000 Btu / hr ติดตั้งเผื่อโหลดความร้อนจึงควรใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 2,000,000 Btu / hr SIAM DAIKIN SALES CO.,LTD. เสนอราคาเครื่องปรับอากาศ ดังนี้

DAIKIN รุ่น ASV20KY1 ชนิด SPLIT TYPE ประเภท FLOOR PACKAGE มีคุณสมบัติดังตารางที่ 5.24

ตารางที่ 5.24 *ข้อมูลเสนอเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ*

AIR NO.	CAPACITY	POWER SUPPLY	POWER INPUT	kWh/year	BAHT/year
1	500,000BTU/hr	380 V. 3 P.	19.64 KW	141,408	424,224
2	500,000BTU/hr	380 V. 3 P.	19.64 KW	141,408	424,224
3	500,000BTU/hr	380 V. 3 P.	19.64 KW	141,408	424,224
4	500,000BTU/hr	380 V. 3 P.	19.64 KW	141,408	424,224
TOTAL			78.56 KW	565,632	1,696,896

ราคาเครื่องปรับอากาศใหม่พร้อมติดตั้ง 4 ตัว = 3,594,835 บาท

จากตารางที่ 5.23 และ 5.24 สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายที่ลดลง ดังนี้

ปริมาณพลังงานที่ลดได้ = 1,117,944 – 565,632

= 552,312 KWh /ปี

ค่าไฟลดลงต่อปี = 3,353,832 - 1,696,896

= 1,656,936 บาท

ค่าซ่อมบำรุงต่อปี = 202,633 บาท

รวมลดค่าใช้จ่ายต่อปี = 1,859,569 บาท

(รายละเอียดการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์อยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ โครงการที่ 4)

นอกจากนี้ยังมีข้อมูลเครื่องปรับอากาศที่จะทำการเปลี่ยนอีก ดังตารางที่ 5.25 เนื่องจากอุปกรณ์ภายในบางตัวเสีย เช่น CODE 6,11,19 COMPRESSOR เสีย และ CODE 16 CONDENSING UNIT เสีย จึงต้องการเปลี่ยนทั้งชุดเพื่อซื้อเครื่องปรับอากาศชนิดประหยัดพลังงาน โดยมีตัวแทนจำหน่ายมาเสนอราคา ดังตารางที่ 5.26

ตารางที่ 5.25 *ข้อมูลเครื่องปรับอากาศที่เปลี่ยนเพิ่ม*

CODE AIR	CAPACITY (Btu/hr)	POWER INPUT (KW)	PLACE	USED (YEARS)	CAPACITY RATE	ENERGY CHARGE (KWh/yr)	ENERGY EXPENSE (BAHT)
6	35,400	3.63	ME/PS	9	60%	26,136	78,408
11	33,400	3.67	PS.Office	9	60%	26,424	79,272
16	33,400	3.25	QA/PS	9	80%	14,976	44,928
19	33,400	3.23	QA/PS	9	80%	14,883	44,652
TOTAL	135,600	13.78	-	-	-	82,419	247,260

ตารางที่ 5.26 *ข้อเสนอราคาตัวแทนจำหน่ายเครื่องปรับอากาศ*

VENDER	BRAND NAME	BTU/HR	POWER SUPPLY	POWER INPUT	kWh/year	BAHT / YEAR	INVESTMENT (BAHT)
SIAM DAIKIN	DAIKIN	35,700	220 V. 1 P.	3.9 KW.	11,232	33,696	62,000
T.M.S.	DAIKIN	35,700	220 V. 1 P.	3.9 KW.	11,232	33,696	72,000
SANTIWONG	DAIKIN	35,700	220 V. 1 P.	3.9 KW.	11,232	33,696	50,300
SANTIWONG	CARRIER	33,000	220 V. 1 P.	3.2 KW.	9,216	27,648	42,026
SANTIWONG	YORK	32,000	220 V. 1 P.	3.66 KW.	10,540	31,620	40,500

เลือกซื้อเครื่องปรับอากาศ DAIKIN 35,700 BTU/HR ราคา 50,300 บาท/ตัว พร้อมติดตั้งทั้ง 4 ตัว รวมเป็นเงิน 201,200 บาท

จากตารางที่ 5.25 และ 5.26 สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายที่ลดลง ดังนี้

ปริมาณพลังงานที่ลดได้ = (26,136 – 11,232) + (26,424 – 11,232)

\+ (14,976 – 11,232) + (14,883 – 11,232)

= 37,491 KWh /ปี

ประหยัดค่าใช้จ่าย	=	112,473	บาท / ปี
เงินลงทุน	=	50,300 X 4	
	=	201,200	บาท

(รายละเอียดการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์อยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ โครงการที่ 5)

สรุปการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศทั้งหมดของแผนก PRD-2

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	589,803	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	1,972,042	บาท / ปี
เงินลงทุน	3,796,035	บาท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศทั้งหมดได้ ดังตารางที่ 5.27

ตารางที่ 5.27 *สรุปผลการดำเนินงานการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ*

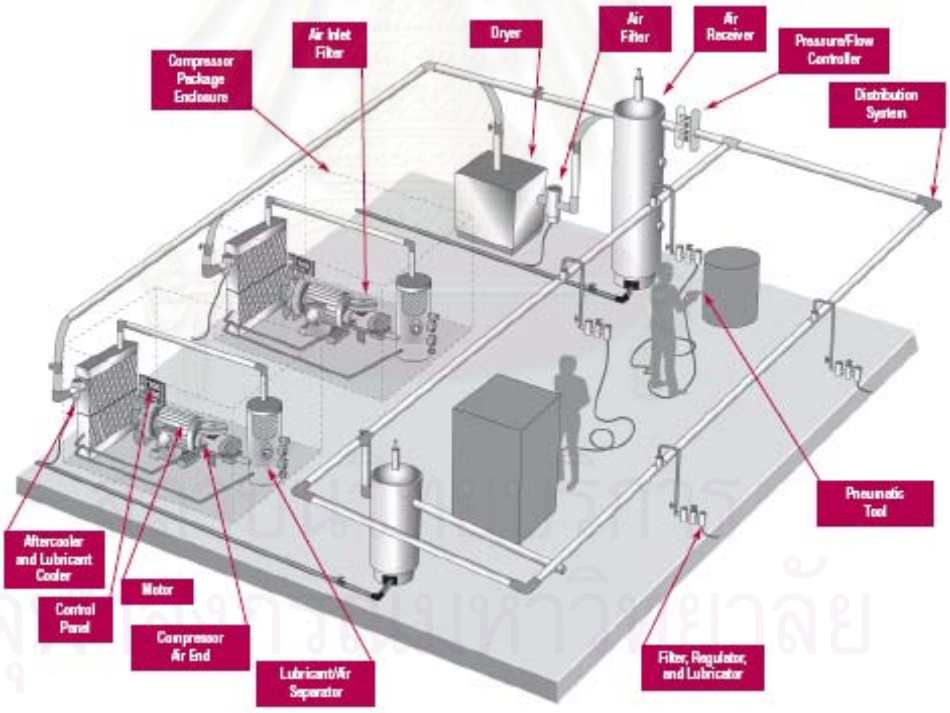
โครงการ	การลงทุน (บาท)	พลังงานลดลง (KWh / ปี)	ประหยัดค่าใช้จ่าย (บาท / ปี)	ผลที่ได้รับ
1. จัดการระบบรวม	0	401,499	1,213,462	ประสบความสำเร็จ
- ปิดแอร์ช่วงพัก	0	119,954	340,670	
- ล้าง filter	0	106,470	330,057	
- ตั้งอุณหภูมิที่ 26 องศา	0	175,076	542,735	
2. แผนก GA.	9,900	9,626	27,675	คืนทุน 5 เดือน คุ้มค่าในการลงทุนอย่างรวดเร็ว
3. แผนก ENG.	4,950	27,970	80,414	คืนทุน 5 เดือน คุ้มค่าในการลงทุนอย่างรวดเร็ว
4. แผนก PRD-1	70,566	16,567	47,631	คืนทุน 1 ปี 8 เดือน คุ้มค่าในการลงทุนอย่างรวดเร็ว
5. แผนก PRD-2 (PS.PROD.)	3,594,835	552,312	1,859,569	คืนทุน 2 ปี คุ้มค่าในการลงทุนอย่างรวดเร็ว
6. แผนก PRD-2	201,200	37,491	112,473	คืนทุน 1 ปี 11 เดือน คุ้มค่าในการลงทุนอย่างรวดเร็ว
รวม	3,881,451	1,045,465	3,341,224	ลดลงได้ 13.35 % ของค่าไฟฟ้าทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.7 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ

ระบบอัดอากาศในโรงงานโดยทั่วไป มีอุปกรณ์และระบบการทำงาน ดังรูปที่5.24 ซึ่งเป็นระบบหนึ่งที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง ทำให้ต้นทุนการผลิตของโรงงานสูงตามไปด้วย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ทางโรงงานจะต้องมีแนวทางการใช้พลังงานของระบบอัดอากาศ เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียลง

จากข้อมูลการศึกษาและสำรวจโรงงานในประเทศออสเตรเลีย พบว่า ประมาณ 30% ของอากาศอัดในแต่ละโรงงาน สูญเสียไปโดยการรั่วทั้งๆที่ความเป็นจริงแล้วการรั่วของอากาศอัดนั้นไม่ควรเกิน 5% แต่การรั่วไหลของระบบอัดอากาศเกิดขึ้นได้โดยง่ายตามข้อต่อต่างๆ เช่น หัวต่อสาย, วาล์ว, ข้อต่อต่างๆ, คัปลิงแบบ Quick Connect, เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ลมเป็นต้น



รูปที่ 5.24 *ระบบอากาศอัดและอุปกรณ์ [24]*

โรงงานตัวอย่างมีเครื่องอัดอากาศทั้งหมด 8 ตัว เป็นชนิดสกรู 3 ตัว และลูกสูบ 5 ตัว วางไว้ในแผนก PRD-1 จำนวน 4 ตัว, แผนก PRD-2 จำนวน 3 ตัว และแผนก OPE จำนวน 1 ตัว ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 5.28

ตารางที่ 5.28 *ข้อมูลเครื่องอัดอากาศ*

NO.	ขนาด (KW.)	ชนิด	สถานที่
1	75	สกรู	PRD-1
2	75	สกรู	PRD-1
3	11	ลูกสูบ	PRD-1
4	11	ลูกสูบ	PRD-1
5	3.7	ลูกสูบ	OPE
6	37	สกรู	PRD-2
7	30	ลูกสูบ	PRD-2
8	11	ลูกสูบ	PRD-2

แนวทางการประหยัดพลังงานในเครื่องอัดอากาศคือการลดการสูญพลังงานอันเกิดจากการรั่วซึมของอากาศ จึงลองทำการวัดค่าเพื่อตรวจสอบปริมาณรั่วไหลของเครื่องอัดอากาศหมายเลข 1 ได้ผลดังนี้ [25]

สภาวะเครื่องอัดอากาศหมายเลข 1 ขนาด 100 แรงม้า ที่ PRD-1

1. กำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ [26]

$$KW. = \frac{1.732 x I_{ave} x P.F. x E}{1{,}000}$$

ขณะมีโหลด Iave = 174, P.F. = 0.85

แทนค่า $$KW. = \frac{1.732 x 174 x 0.85 x 394}{1{,}000}$$

$$= \quad 101 \quad KW.$$

ขณะไม่มีโหลด Iave = 118, P.F = 0.60

แทนค่า $KW. = \frac{1.732x118x0.60x394}{1,000}$

= 48 KW.

2. ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย

เวลาเฉลี่ยเมื่อเครื่องมีโหลด = 120 วินาที

ค่าเฉลี่ยคาบเวลาครบรอบ = 150 วินาที

% โหลดเฉลี่ย = $\frac{120}{150}$

= 80 %

กำลังไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย = (ขณะมีโหลด x %มีโหลด) + (ขณะไม่มีโหลด x % ไม่มีโหลด)

= (101 x 0.8) + (48 x 0.2)

= 90.4 KW.

3. ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย / ปี = กำลังไฟฟ้า x ชั่วโมงทำงาน/ปี x ราคา

= 90.04 x 3,920 x 2.875

= 1,014,751 บาท/ปี

4. ค่ากำลังไฟฟ้าที่เครื่องระหว่างการทดสอบการรั่วซึม

เวลาเฉลี่ยเมื่อเครื่องมีโหลด = 22.13 วินาที

ค่าเฉลี่ยคาบเวลาครบรอบ = 80.37 วินาที

% โหลดเฉลี่ย = $\frac{22.13}{80.37}$

= 27.50 %

กำลังไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย = (ขณะมีโหลด x %มีโหลด) + (ขณะไม่มีโหลด x % ไม่มีโหลด)

= (101 x 0.275) + (48 x 0.725)

= 62.58 KW.

5. กำลังไฟฟ้าที่เสียเนื่องจากการรั่ว = กำลังไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย – กำลังไฟฟ้าไม่มีโหลด

= 62.58 – 48

= 14.58 KW.

6. ประมาณค่าใช้จ่ายเนื่องจากการรั่วซึม = กำลังไฟฟ้ารั่วซึม x ชั่วโมงทำงาน/ปี x ราคา

= 14.58 x 3,920 x 2.875

= 167,317 บาท/ปี

จากผลการตรวจวัดการรั่วซึมจะเห็นว่าเครื่องอัดอากาศหมายเลข 1 มีการรั่วซึมสูงถึง 14.58 KW. หรือประมาณ 23 % ดังนั้นการอุดรอยรั่วซึมจึงเป็นมาตรการเร่งด่วนในการประหยัดพลังงาน สูตรการประหยัดพลังงานจากการสูญเสียเนื่องจากการรั่วซึมคือ [27]

Air Flow Rate = $0.1581 x D^2 x (P + 1.013) x (\frac{liter}{sev})$

หรือ การสูญเสีย = $0.158 x D^2 x (P + 1.013) x 0.34 x NO.Loss$

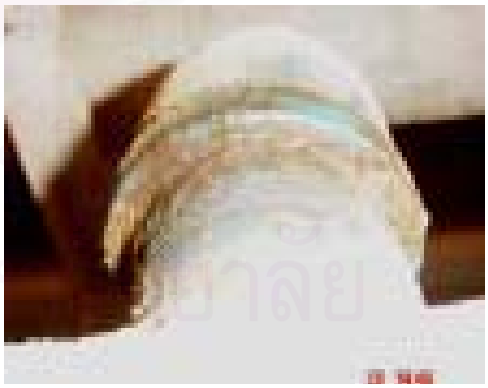
เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางรูรั่ว

P = ความดันลมอัด (bar)

จึงทำการสำรวจรอยรั่วซึมในโรงงานตามรอยต่อต่างๆดังรูปที่ 5.25 ได้ข้อมูลดังนี้

- รอยรั่ว (D) = 1 mm. ขนาดแรงดัน (P) = 6 bar จำนวน 81 จุด
- รอยรั่ว (D) = 2 mm. ขนาดแรงดัน (P) = 6 bar จำนวน 15 จุด

ก่อนปรับปรุง



หลังปรับปรุง

รูปที่ 5.25 *รอยรั่ว ก่อน – หลัง การปรับปรุง*

ผลการคำนวณ D = 1 mm., P = 6 bar จำนวน 81 จุด

การสูญเสีย	=	$0.1581 \times 1^2 \times (6 + 1.013) \times 0.34 \times 81$	
	=	30.535	KW.
ปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	30.535 x 3,920	
	=	119,697	KWh /ปี
ประหยัดได้	=	119,697 x 2.875	
	=	344,129	บาท/ปี
เงินลงทุน	=	85,000	บาท

ผลการคำนวณ D = 2 mm., P = 6 bar จำนวน 38 จุด

การสูญเสีย	=	$0.1581 \times 2^2 \times (6 + 1.013) \times 0.34 \times 15$	
	=	22.619	KW.
ปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	22.619 x 3,920	
	=	88,666	KWh /ปี
ประหยัดได้	=	88,666 x 2.875	
	=	254,916	บาท/ปี
เงินลงทุน	=	50,000	บาท

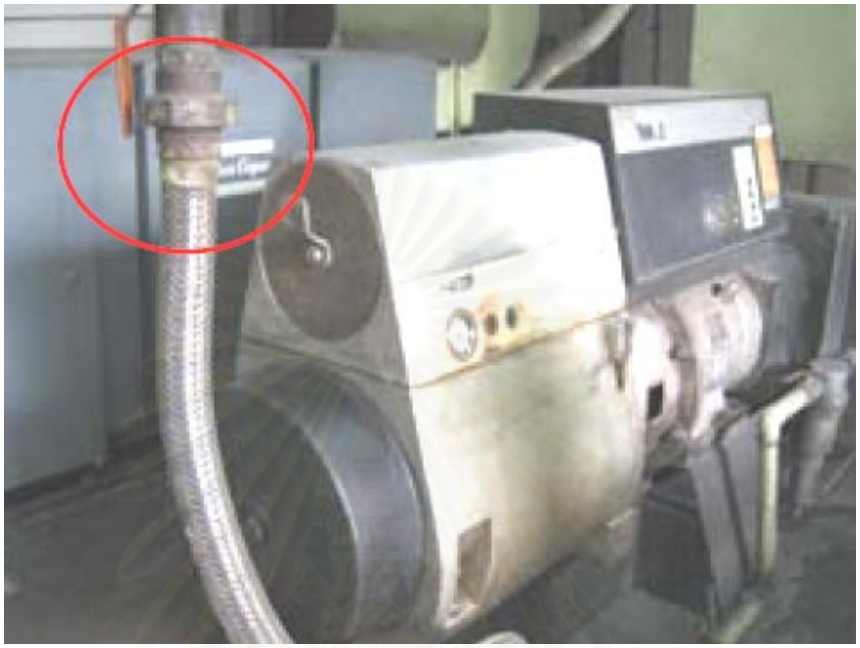
รวมปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	208,363	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	=	599,045	บาท / ปี
เงินลงทุน	=	135,000	บาท

(รายละเอียดการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์อยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ โครงการที่ 1)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการสำรวจรอยรั่วซึมดังรูปที่ 5.26 ซึ่งการแก้ไขไม่จำเป็นต้องลงทุน ได้ข้อมูลดังนี้

- รอยรั่ว (D) = 3 mm. ขนาดแรงดัน (P) = 6 bar จำนวน 4 จุด



รูปที่ 5.26 *รอยรั่วขนาดใหญ่*

ผลการคำนวณ D = 3 mm., P = 6 bar จำนวน 4 จุด

การสูญเสีย	=	0.1581 x 3^2 x (6 + 1.013) x 0.34 x 4	
	=	13.571	KW.
ปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	13.571 x 3,920	
	=	53,199	KWh /ปี
ประหยัดได้	=	53,199 x 2.875	
	=	152,947	บาท/ปี
เงินลงทุน	=	0	บาท

สรุปการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศทั้งหมด ดังตารางที่ 5.29

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	261,562	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	751,992	บาท / ปี
เงินลงทุน	135,000	บาท

ตารางที่ 5.29 *สรุปผลการดำเนินงานการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ*

โครงการ	การลงทุน (บาท)	พลังงานลดลง (KWh / ปี)	ประหยัดค่าใช้จ่าย (บาท / ปี)	ผลที่ได้รับ
1. อุดรอยรั่วต้องลงทุน	135,000	208,363	599,045	คืนทุน 3 เดือน คุ้มค่าในการลงทุนอย่างรวดเร็ว
- ขนาด D = 1 mm.	85,000	119,697	344,129	
- ขนาด D = 2 mm.	50,000	88,666	254,916	
2. อุดรอยรั่วขนาดใหญ่โดยไม่ต้องลงทุนขนาด D = 3 mm.	0	53,199	152,947	ประสบความสำเร็จ
รวม	135,000	261,562	751,992	ลดลงได้ 3 % ของค่าไฟฟ้าทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.8 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

ระบบแสงสว่างในโรงงานโดยทั่วไปใช้ประโยชน์ในการทำให้กิจกรรมต่างๆ ในโรงงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะเรื่องของการมองเห็น และการลงทุนด้านแสงสว่างก็เป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนโรงงานที่ขาดไม่ได้ ดังนั้นส่วนหนึ่งของการลดต้นทุนค่าพลังงานโรงงานก็คือการหาแนวทางการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างนั่นเอง

มาตรการแนวทางการประหยัดพลังงานสำหรับโรงงานตัวอย่างนี้ จะเน้นไปในเรื่องของการลดความสูญเสียในระบบแสงสว่าง โดยเฉพาะ การเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูง และอัตราการสูญเสียพลังงานต่ำ รวมทั้งการบริหารการจัดการการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทำให้ลดการใช้พลังงานลงได้ โดยมีแนวทางการประหยัดพลังงานด้วยมาตรการต่างๆ ดังนี้

5.8.1 การเลือกใช้หลอดที่มีประสิทธิภาพสูง

ปัจจุบันโรงงานใช้หลอด Fluorescents TL-D 36W/54 ซึ่งใช้กำลังไฟฟ้า 36 W. จะเปลี่ยนมาใช้หลอด CLICK-2-SAVE (C25) ซึ่งใช้กำลังไฟฟ้า 30 W. จำนวน 2,991 ชุด สามารถประหยัดได้หลอดละ 6 W. ผลการประหยัดพลังงานแสดงดังตารางที่ 5.30

จากตารางที่ 5.30 สรุปผลการประหยัดพลังงาน ดังนี้

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	69,513	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	=	199,851	บาท / ปี
เงินลงทุน	=	418,740	บาท

(รายละเอียดการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ อยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง โครงการที่ 1)

ตารางที่ 5.30 *เปลี่ยนหลอด TL-D 36W/54 เป็นหลอด CLICK-2-SAVE(C25)*

PLACE	NO.	TL-D KW.	C25 KW.	hr /day	hr /year	TL-D KWh/yr	C25 KWh/yr	Save KWh/yr	TL-D Baht/yr	C25 Baht/yr	Save Baht/yr	Cost C25 140 Baht
GA.BLDG.	134	4.824	4.02	8	1,960	9,455	7,879	1,576	27,183	22,653	4,531	18,760
PACKING/WH	71	2.556	2.13	8	1,960	5,010	4,175	835	14,403	12,003	2,401	9,940
CANTEEN	124	4.464	3.72	10	2,450	10,937	9,114	1,823	31,443	26,203	5,241	17,360
ENG 2nd F	126	4.536	3.78	10	2,450	11,113	9,261	1,852	31,950	26,625	5,325	17,640
ENG3rd F	124	4.464	3.72	10	2,450	10,937	9,114	1,823	31,443	26,203	5,241	17,360
AUTO INSERT	300	10.8	9	22	5,390	58,212	48,510	9,702	167,360	139,466	27,893	42,000
WH/PS	222	7.992	6.66	22	5,390	43,077	35,897	7,179	123,846	103,205	20,641	31,080
QA/PS	60	2.16	1.8	10	2,450	5,292	4,410	882	15,215	12,679	2,536	8,400
PS OFFICE	105	3.78	3.15	10	2,450	9,261	7,718	1,544	26,625	22,188	4,438	14,700
PS PROD.	153	5.508	4.59	10	2,450	13,495	11,246	2,249	38,797	32,331	6,466	21,420
FG/CC	38	1.368	1.14	8	1,960	2,681	2,234	447	7,709	6,424	1,285	5,320
QA/CC	53	1.908	1.59	22	5,390	10,284	8,570	1,714	29,567	24,639	4,928	7,420
FINAL SWT	44	1.584	1.32	22	5,390	8,538	7,115	1,423	24,546	20,455	4,091	6,160
TR	390	14.04	11.7	22	5,390	75,676	63,063	12,613	217,567	181,306	36,261	54,600
SBT	131	4.716	3.93	22	5,390	25,419	21,183	4,237	73,080	60,900	12,180	18,340
ERL	326	11.736	9.78	22	5,390	63,257	52,714	10,543	181,864	151,553	30,311	45,640
AUTO DIP	32	1.152	0.96	22	5,390	6,209	5,174	1,035	17,852	14,876	2,975	4,480
IQC	24	0.864	0.72	10	2,450	2,117	1,764	353	6,086	5,072	1,014	3,360
WH/CC	4	0.144	0.12	22	5,390	776	647	129	2,231	1,860	372	560
CC OFFICE	202	7.272	6.06	10	2,450	17,816	14,847	2,969	51,222	42,685	8,537	28,280
CC LOCKER	20	0.72	0.6	8	1,960	1,411	1,176	235	4,057	3,381	676	2,800
MIS	24	0.864	0.72	10	2,450	2,117	1,764	353	6,086	5,072	1,014	3,360
OPE	184	6.624	5.52	8	1,960	12,983	10,819	2,164	37,326	31,105	6,221	25,760
LOCKER	28	1.008	0.84	24	5,880	5,927	4,939	988	17,040	14,200	2,840	3,920
NEW W/H	72	2.592	2.16	8	1960	5,080	4,234	847	14,606	12,172	2,434	10,080
GRAND TOTAL	2991	107.676	89.73	360	88,200	417,080	347,567	69,513	1,184,508	987,090	199,851	418,740

5.8.2 การเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีประสิทธิภาพสูง

ปัจจุบันโรงงานใช้บัลลาสต์ธรรมดา หรือ บัลลาสต์แกนเหล็กทั่วไปซึ่งเป็นชนิดที่ใช้งานกันมาตั้งแต่อดีต บัลลาสต์ประเภทนี้โครงสร้างจะประกอบไปด้วย ขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก โดยทำหน้าที่คล้ายกับวงจร Choke up ซึ่งจะทำให้มีความสูญเสียในแกนเหล็กขึ้นค่อนข้างสูงโดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 8 – 12 วัตต์ ดังนั้นจึงเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์ความสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast) โดยมีการพัฒนาวัสดุและวิธีการทำให้มีความสูญเสียลดลง เช่น การลดช่องว่างในแกนเหล็กและขดลวดเพื่อลด Stray Losses หรือการปรับปรุงแกนเหล็กให้มีความสูญเสียต่ำ โดยจะเป็นแผ่นเหล็กซิลิกอนคุณภาพสูง รวมทั้งใช้แผ่นเหล็กที่บางกว่าเพื่อลด Eddy Current Losses ซึ่งบัลลาสต์แบบนี้จะมีความสูญเสียประมาณ 6 วัตต์

ผลการเปรียบเทียบ คุณสมบัติของบัลลาสต์แบบต่างๆ แสดงตามตารางที่ 5.31 [28]

ตารางที่ 5.31 *เปรียบเทียบบัลลาสต์*

SPECIFICATION	MAGNETIC BALLAST	LOWLOSS BALLAST	ELECTRONIC BALLAST
VOLTAGE (V)	230	230	230
AMP (A)	0.46	0.47	0.16
POWER (W)	50	42	36
PF	0.45	0.45	0.99
TOTAL HARMONIC	10%	10%	8%
LUX (30 C.M.)	1,700	1,700	1,600
PRICE (BAHT)	50	95	250

ทำการเปลี่ยน MAGNETIC BALLAST กำลังประมาณ 50 W. มาเป็น LOWLOSS BALLST กำลังประมาณ 42 – 45 W. จำนวน 2,991 ชุด สามารถประหยัดได้ชุดละ 5 W. ผลการประหยัดพลังงานแสดงไดดังตารางที่ 5.32

ตารางที่ 5.32 *เปลี่ยนMAGNETIC BALLAST เป็น LOWLOSS BALLAST*

PLACE	NO.	MAG. KW.	LOW. KW.	hr /day	hr /year	MAG. KWh/yr	LOW. KWh/yr	Save KWh/yr	MAG. Baht/yr	LOW. Baht/yr	Save Baht/yr	Cost. LOW 95 Baht
GA.BLDG.	134	6.7	6.03	8	1,960	13,132	11,819	1,313	37,755	33,979	3,775	12,730
PACKING/WH	71	3.55	3.195	8	1,960	6,958	6,262	696	20,004	18,004	2,000	6,745
CANTEEN	124	6.2	5.58	10	2,450	15,190	13,671	1,519	43,671	39,304	4,367	11,780
ENG 2nd F	126	6.3	5.67	10	2,450	15,435	13,892	1,544	44,376	39,938	4,438	11,970
ENG3rd F	124	6.2	5.58	10	2,450	15,190	13,671	1,519	43,671	39,304	4,367	11,780
AUTO INSERT	300	15	13.5	22	5,390	80,850	72,765	8,085	232,444	209,199	23,244	28,500
WH/PS	222	11.1	9.99	22	5,390	59,829	53,846	5,983	172,008	154,808	17,201	21,090
QA/PS	60	3	2.7	10	2,450	7,350	6,615	735	21,131	19,018	2,113	5,700
PS OFFICE	105	5.25	4.725	10	2,450	12,863	11,576	1,286	36,980	33,282	3,698	9,975
PS PROD.	153	7.65	6.885	10	2,450	18,743	16,868	1,874	53,885	48,496	5,388	14,535
FG/CC	38	1.9	1.71	8	1,960	3,724	3,352	372	10,707	9,636	1,071	3,610
QA/CC	53	2.65	2.385	22	5,390	14,284	12,855	1,428	41,065	36,959	4,107	5,035
FINAL SWT	44	2.2	1.98	22	5,390	11,858	10,672	1,186	34,092	30,683	3,409	4,180
TR	390	19.5	17.55	22	5,390	105,105	94,595	10,511	302,177	271,959	30,218	37,050
SBT	131	6.55	5.895	22	5,390	35,305	31,774	3,530	101,500	91,350	10,150	12,445
ERL	326	16.3	14.67	22	5,390	87,857	79,071	8,786	252,589	227,330	25,259	30,970
AUTO DIP	32	1.6	1.44	22	5,390	8,624	7,762	862	24,794	22,315	2,479	3,040
IQC	24	1.2	1.08	10	2,450	2,940	2,646	294	8,453	7,607	845	2,280
WH/CC	4	0.2	0.18	22	5,390	1,078	970	108	3,099	2,789	310	380
CC OFFICE	202	10.1	9.09	10	2,450	24,745	22,271	2,475	71,142	64,028	7,114	19,190
CC LOCKER	20	1	0.9	8	1,960	1,960	1,764	196	5,635	5,072	564	1,900
MIS	24	1.2	1.08	10	2,450	2,940	2,646	294	8,453	7,607	845	2,280
OPE	184	9.2	8.28	8	1,960	18,032	16,229	1,803	51,842	46,658	5,184	17,480
LOCKER	28	1.4	1.26	24	5,880	8,232	7,409	823	23,667	21,300	2,367	2,660
NEW W/H	72	3.6	3.24	8	1960	7,056	6,350	706	20,286	18,257	2,029	6,840
GRAND TOTAL	2,991	150	135	360	88,200	579,278	521,350	57,928	1,665,424	1,498,882	166,542	284,145

จากตารางที่ 5.32 สรุปผลการประหยัดพลังงาน ดังนี้

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	57,928	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	=	166,542	บาท / ปี
เงินลงทุน	=	284,145	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=		

(รายละเอียดการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ อยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง โครงการที่ 2)

5.8.3 การลดปริมาณการใช้ลง

เนื่องจากการใช้พลังงานในโรงงานบางครั้งเป็นการฟุ่มเฟือยโดยไม่รู้ตัว เช่นการเปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ช่วงเวลาพัก หรือการเปิดไฟทิ้งไว้ในช่วงเวลาไม่ได้ใช้งาน จึงเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่มีประโยชน์ใดๆเลย จึงวางมาตรการแนวทางการประหยัดพลังงานช่วงเวลาพักหรือช่วงการเปลี่ยนกะตอนเย็นปิดไฟส่วนที่ไม่จำเป็นดังตารางที่ 5.33

จากตารางที่ 5.33 สรุปผลการประหยัดพลังงาน ดังนี้

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	68,926	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	=	198,161	บาท / ปี
เงินลงทุน	=	0	บาท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.33 ปิดไฟลดการใช้พลังงาน

FLUORESENT 36 W. ที่ใช้ในสำนักงาน			ปิดไฟ	ชม./ปี	สูญเสีย	ประหยัด
PLACE	NO.	KW.	ชม./วัน	(245วัน)	KWh / ปี	บาท/ปี
GA.BLDG.	134	6.7	1	245	1,642	4,719
PACKING/WH	71	3.55	1	245	870	2,501
CANTEEN	124	6.2	1	245	1,519	4,367
ENG 2nd F	126	6.3	1	245	1,544	4,438
ENG3rd F	124	6.2	1	245	1,519	4,367
CC OFFICE	202	10.1	1	245	2,475	7,114
CC LOCKER	20	1	1	245	245	704
MIS	24	1.2	1	245	294	845
TOTAL	**825**	**41.25**			**10,106**	**29,055**

FLUORESENT 36 W. ที่ใช้ใน PRD-2			ปิดไฟ	ชม./ปี	สูญเสีย	ประหยัด
PLACE	NO.	KW.	ชม./วัน	(245วัน)	KWh / ปี	บาท/ปี
AUTO INSERT	300	15	2	490	7,350	21,131
WH/PS	222	11.1	2	490	5,439	15,637
QA/PS	60	3	2	490	1,470	4,226
PS OFFICE	105	5.25	2	490	2,573	7,396
PS PROD.	153	7.65	2	490	3,749	10,777
NEW W/H	72	3.6	2	490	1,764	5,072
TOTAL	**912**	**45.6**			**22,344**	**64,239**

ตารางที่ 5.33 ปิดไฟลดการใช้พลังงาน(ต่อ)

FLUORESENT 36 W. ที่ใช้ใน PRD-1			ปิดไฟ	ชม./ปี	สูญเสีย	ประหยัด
PLACE	NO.	KW.	ชม./วัน	(245วัน)	KWh / ปี	บาท/ปี
FG/CC	38	1.9	2	490	931	2,677
QA/CC	53	2.65	2	490	1,299	3,733
FINAL SWT	44	2.2	2	490	1,078	3,099
TR	390	19.5	2	490	9,555	27,471
SBT	131	6.55	2	490	3,210	9,227
ERL	326	16.3	2	490	7,987	22,963
AUTO DIP	32	1.6	2	490	784	2,254
IQC	24	1.2	2	490	588	1,691
WH/CC	4	0.2	2	490	98	282
LOCKER	28	1.4	2	490	686	1,972
TOTAL	**1070**	**53.5**			**26,215**	**75,368**

FLUORESENT 36 W. ที่ใช้ใน OPE			ปิดไฟ	ชม./ปี	สูญเสีย	ประหยัด
PLACE	NO.	KW.	ชม./วัน	(245วัน)	KWh / ปี	บาท/ปี
OPE	**184**	**9.2**	**1**	**245**	**2,254**	**6,480**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.33 ปิดไฟลดการใช้พลังงาน(ต่อ)

HPL 400 W. ที่ใช้ใน WH&FG			ปิดไฟ	ชม./ปี	สูญเสีย	ประหยัด
PLACE	NO.	KW.	ชม./วัน	(245วัน)	KWh / ปี	บาท/ปี
WH-CC	26	11.18	2	490	5,478	15,750
LOCKER-CC	4	1.72	2	490	843	2,423
FG-CC	8	3.44	2	490	1,686	4,846
TOTAL	**38**	**16.34**			**8,007**	**23,019**

ตารางที่ 5.34 สรุปผลการปิดไฟลดการใช้พลังงาน

จำนวนหลอดไฟทั้งหมด			ปิดไฟ	ชม./ปี	สูญเสีย	ประหยัด
PLACE	**NO.**	**KW.**	**ชม./วัน**	**(245วัน)**	**KWh / ปี**	**บาท/ปี**
OFFICE	825	41.25	1	245	10,106	29,055
PROD.2	912	45.6	2	490	22,344	64,239
PROD.1	1070	53.5	2	490	26,215	75,368
OPE	184	9.2	1	245	2,254	6,480
WH&FG	38	16.34	2	490	8,007	23,019
TOTAL	**3029**	**165.89**			**68,926**	**198,161**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.8.4 การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ

ในโรงงานมีบางบริเวณเป็นห้องกว้างขนาดใหญ่ การใช้แสงจากธรรมชาติเป็นแนวทางหนึ่งในการประหยัดพลังงานของห้องประเภทนี้จึงทำการเปลี่ยนกระเบื้องโปร่งแสงแทนการเปิดไฟของห้อง PACKING WAREHOURSE โดยมีข้อมูล ดังต่อไปนี้

จำนวนหลอดFLUORESCENT 71 ชุด (กำลังไฟฟ้าประมาณชุดละ 50 วัตต์หรือ 0.05 KW.)

ใช้พลังงานทั้งหมด	=	71 x 0.05	KW.
	=	3.55	KW.

ใช้ไฟ 8 ชม./วัน และ 245 วัน / ปี

สูญเสียพลังงาน	=	3.55 x 8 x 245	KWh / ปี
	=	6,958	KWh / ปี
ประหยัดพลังงานได้	=	6,958 x 2.875	บาท/ปี
	=	20,004	บาท/ปี
การลงทุนหลังคาโปร่งแสง	=	108	แผ่น
ราคาแผ่นละ	=	240	บาท
รวมเป็นเงินลงทุน	=	108 x 240	บาท
	=	25,920	บาท

สรุปการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติประหยัดพลังงานได้ ดังนี้

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	=	6,958	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	=	20,004	บาท / ปี
เงินลงทุน	=	25,920	บาท

(รายละเอียดการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ อยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง โครงการที่ 3)

สรุปการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างทั้งหมด ดังตารางที่ 5.35

ปริมาณพลังงานที่ลดได้	203,325	KWh /ปี
ประหยัดค่าใช้จ่าย	584,558	บาท / ปี
เงินลงทุน	728,805	บาท

ตารางที่ 5.35 *สรุปผลการดำเนินงานการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง*

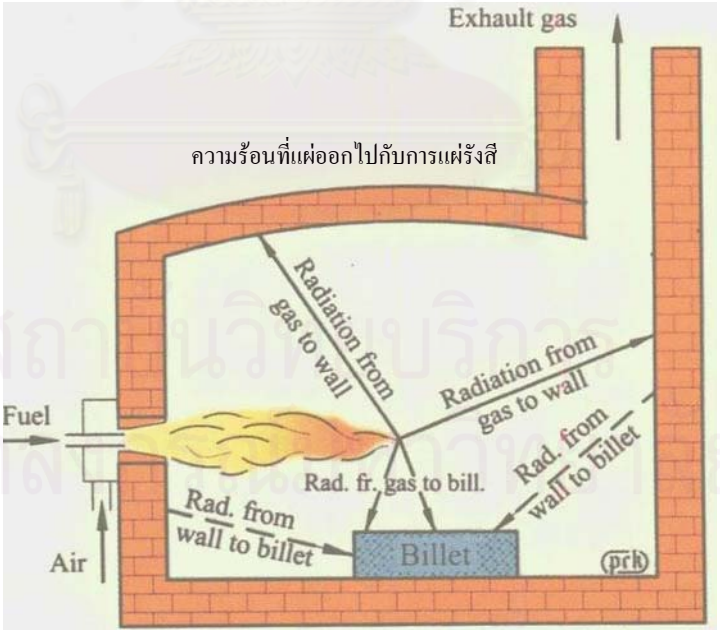
โครงการ	การลงทุน (บาท)	พลังงานลดลง (KWh / ปี)	ประหยัดค่าใช้จ่าย (บาท / ปี)	ผลที่ได้รับ
1. เปลี่ยนหลอดไฟ	418,740	69,513	199,851	คืนทุน 2 ปี 2 เดือน คุ้มค่าในการลงทุนอย่างรวดเร็ว
2. เปลี่ยนบัลลาสต์	284,145	57,928	166,542	คืนทุน 1 ปี 9 เดือน คุ้มค่าในการลงทุนอย่างรวดเร็ว
3. ลดปริมาณการใช้	0	68,926	198,161	ประสบความสำเร็จ
4.ใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ	25,920	6,958	20,004	คืนทุน 1 ปี 9 เดือน คุ้มค่าในการลงทุนอย่างรวดเร็ว
รวม	728,805	203,325	584,558	ลดลงได้ 2.34 % ของค่าไฟฟ้าทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.9 แนวทางการจัดการพลังงานทางด้านพลังงานความร้อน

การให้ความร้อนของโรงงานตัวอย่าง เป็นการใช้เชื้อเพลิงก๊าซ LPG เป็นหลัก โดยมีกระบวนการดังนี้คือ ภายในเตาเผาให้ความร้อนมีหัวเผาทำการจุดเผาเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมระหว่างก๊าซ LPG ด้วยอัตรา 22 Kg/hr (10.784 Nm^3/hr) และอากาศ ด้วยอัตรา 410Kg/hr หลังจากนั้นอากาศร้อนก็ไหลไปตามท่อผ่าน HEAT EXCHANGER และมี CIRCULATION BLOWER เป่าอากาศร้อนด้วยอัตรา 16,150Kg/hr ที่อุณหภูมิ 180°C ท่ออากาศร้อนเหล่านี้จะวางส่งความร้อนต่อไปยังเครื่อง BAKING OVEN ซึ่งทำหน้าที่อบหม้อแปลงด้วยวานิชโดยมีเครื่อง FORCE COOLING HOOD จ่ายน้ำหล่อเย็นไปยังเครื่อง BAKING OVEN เพื่อรักษาอุณหภูมิ 140°C ตลอดเวลา (ถ้าอุณหภูมิมากหรือน้อยไปจะทำให้หม้อแปลงเสียได้)

การคิดสมดุลความร้อนจะคิดเฉพาะที่เตาเผาเท่านั้นโดยถือว่า ปริมาณความร้อนจากเตาเผาต้องมีค่าคงที่ เพื่อส่งไปยัง BAKING OVEN ดังนั้นการคิดความร้อนประสิทธิผล จะคิดจากปริมาณความร้อนที่แผ่รังสีออกจากเตาเผานั้นเอง ดังรูปที่ 5.27 [29]



รูปที่ 5.27 *เตาเผาความร้อน*

5.9.1 การวิเคราะห์เตาให้ความร้อนของเตาอบ

1. ข้อมูลทั่วไปและผลการวัด (ทำการวัดเตาอบตัวที่ 2)
(ทำการวัดเมื่อ พฤศจิกายน 2548 : ผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่พลังงานเป็นผู้ทำการวัด)

เชื้อเพลิงที่ใช้ : ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
ส่วนประกอบของเชื้อเพลิงคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยมวลจะเป็นดังนี้

Propane (C_3H_8)	65%
Butane (C_4H_{10})	35%

ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง (NHV)	=	90.02	MJ/Nm^3
ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงที่ 0 °C	=	2.04	Kg/Nm^3
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (m_f)	=	22 Kg/hr (10.784 Nm^3/hr)	
อุณหภูมิเชื้อเพลิงที่ป้อน	=	35 ° C	
(ไม่มีการให้ความร้อนล่วงหน้าเพื่ออุ่นเชื้อเพลิง)			
ปริมาณออกซิเจนในก๊าซเสีย (O_2)	=	18%	
ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในก๊าซเสีย (CO)	=	629	ppm
อุณหภูมิก๊าซเสีย (T_g)	=	300 °C	
ความหนาแน่นของอากาศ (D_a)	=	1.293	Kg/Nm^3
ความร้อนจำเพาะของอากาศ($C_{p,a}$)	=	1.005	KJ/Kg.°C
ใช้อุณหภูมิ 35°C เป็นอุณหภูมิเปรียบเทียบ			
(อ้างอิง)ก่อนเข้าสู่เตาเผา(T_b)	=	35°C	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การคำนวณค่าคงที่ [30]

(ก). ปริมาณอากาศเชิงทฤษฎี (A_0) = $\left(\frac{1.09 \times NHV}{4.187}\right)$ - 0.25

$\left(\frac{1.09 \times 90.02 \frac{MJ}{Nm^3}}{4.187 \frac{KJ}{Kg}.K}\right)$ - 0.25 = 23.185

(ข). ปริมาณก๊าซเสียเชิงทฤษฎี (G_0) = $\left(\frac{1.14 \times NHV}{4.187}\right)$ +0.25

= 24.760

(ค). อัตราส่วนอากาศ (m) = $\frac{21}{21 - O_2}$

= $\frac{21}{21 - 18}$

= 7.0

(ง). ปริมาณอากาศจริง (A) = $A_0 \times m$

= (23.185 × 7.0)

= 162.295

(จ). ปริมาณก๊าซเสียจริง(G) = $G_0 + A_0(m-1)$

= 24.760 + 23.185(7.0-1.0)

= 163.87

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การคำนวณความร้อนเข้า

(ก). ความร้อนของเชื้อเพลิง (Q_f)

$Q_f = m_f \times NHV$

$= (10.784\ \frac{Nm^3}{hr}) \times (90.02\ \frac{MJ}{Nm^3})$

$= 970.776$ MJ/hr

ความร้อนเข้าสุทธิ = 970.776 MJ/hr

4. การคำนวณความร้อนออก

(ก). ความสูญเสียในก๊าซเสีย (Q_{flue})

$Q_{flue} = m_f \times G \times C_{p,flue} \times (T_g - T_b)$

$$\left(10.784\frac{Nm^3}{hr}\right)\times(163.87)\times\left(0.33\frac{Kcal}{Nm^3.K}\right)\times\left(4.187\frac{KJ}{Kg.K}\right)\times(300-35)\ ^\circ C$$

$= 647.056$ MJ/hr

(ข). ความร้อนสูญเสียจากการเผาไหม้ไม่สมบรูณ์ (Q_{CO})

$$Q_{CO} = m_f \times \rho_f \times G \times CO \times 13.76 \times \frac{1}{10^6}$$

$$\left(10.784\frac{Nm^3}{hr}\right)\times\left(2.04\frac{Kg}{Nm^3}\right)\times\left(\frac{629}{10^6}\right)\times\left(13.76\frac{MJ}{Kg}\right)$$

$= 31.202$ MJ/hr

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ค). ความร้อนที่แผ่รังสีจากผนังเตาและอื่นๆ (Q_{wall})

Q_{wall} = $Q_f - Q_{flue} - Q_{co}$

$$= 970.776\frac{MJ}{hr} - 647.056\frac{MJ}{hr} - 31.202\frac{MJ}{hr}$$

= 292.518 MJ/hr

ดุลย์ความร้อนของเตาให้ความร้อน

ความร้อนเข้า			ความร้อนออก		
หัวข้อ	MJ/hr	%	หัวข้อ	MJ/hr	%
1.ความร้อนจากการสันดาป (Q_f)	970.776	100	1.ความร้อนที่แผ่รังสีจากผนังเตา(Q_{wall})	292.518	30.13
			2.ความร้อนสูญเสียของก๊าซเสีย(Q_{flue})	647.056	66.65
			3.ความร้อนสูญเสียจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ (Q_{co})	31.202	3.22
รวม	970.776	100	รวม	970.776	100

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาให้ความร้อน

= ความร้อนประสิทธิผล / ความร้อนที่เข้าไป × 100%

= ความร้อนที่แผ่รังสีจากผนังเตา (Q_{wall}) / ความร้อนที่ให้เข้าไป ×100%

$$= \frac{292.518}{970.776} \times 100\%$$

= 30.13%

5.9.2 แนวทางการแก้ไขการสูญเสียเนื่องจากเตาเผาให้ความร้อน

มาตรการ ปรับปรุง ทำความสะอาดหัวเผา และปรับอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง ให้เหมาะสมซึ่งสามารถลด O_2 จาก 18% เหลือ 5% ของเตาอบตัวที่ 2 [31]
(รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง., หัวข้อรายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน)

<u>การคำนวณประสิทธิภาพใหม่</u>

<u>ค่าคงที่</u>

(ก). อัตราส่วนอากาศ (m) $= \frac{21}{21-O_2}$

$= \frac{21}{21-5}$

$= 1.312$

(ข). ปริมาณก๊าซเสียจริง (G) $= G_0 + A_0 (m-1)$

$= 31.994$

<u>ค่าความร้อนเข้า</u> Q_f $= 970.776$ MJ/hr

<u>ค่าความร้อนออก</u>

(ก). ความร้อนสูญเสียในก๊าซเสีย

$$Q_{flue} = \left(10.784 \frac{Nm^3}{hr}\right) \times (31.994) \times \left(0.33 \frac{Kcal}{Nm^3.K}\right) \times \left(4.187 \frac{KJ}{Kg.K}\right) \times (300-35)\ ^\circ C$$

$= 126.331$ MJ/hr

(ข). ความร้อนสูญเสียจากการเผาไหม้ไม่สมบรูณ์ (Q_{CO})

Q_{co} = 31.202 MJ/hr

(ค). ความร้อนที่แผ่รังสีจากผนังเตาและอื่นๆ (Q_{wall})

$Q_{wall} = Q_f - Q_{flue} - Q_{co}$

$$= 970.776\ \frac{MJ}{hr} - 126.331\frac{MJ}{hr} - 31.202\frac{MJ}{hr}$$

= 813.243 MJ/hr

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนใหม่ $= \frac{813.243}{970.776} \times 100\%$

= 83.77 %

5.9.3 การคำนวณปริมาณความร้อนสูญเสียที่ลดลงของเตาอบ

ปริมาณความร้อนที่ลดลง = $Q_{\text{flue เดิม}} - Q_{\text{flue ใหม่}}$

= 647.056-126.331

= 520.725 MJ/hr

เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ LPG ที่ลดลง (LPG 1 Kg. ให้ความร้อน 50.22 MJ)

ปริมาณ LPGที่สามารถลดลงได้ $= \frac{520.725\frac{MJ}{hr}}{50.22\frac{MJ}{Kg}}$

= 10.369 Kg/hr

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากข้อมูลที่วัดค่าได้ของเตาอบตัวที่ 2 นำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางดำเนินการในการจัดการพลังงานความร้อน ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานส่วนที่มีความสูญเสียลงได้ดังนี้

เวลาการทำงาน (18 ชั่วโมง /วัน/ตัว) = 5,504 ชั่วโมง/ปี

โดยช่วง 7 เดือนแรกก่อนการปรับปรุง (มกราคม – กรกฎาคม 2548) ราคาเฉลี่ยของ LPG อยู่ที่ 13.88 บาท/Kg

ผลการคำนวณจากการบันทึกข้อมูล สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายอันเกิดจากความสูญเสียได้ดังนี้

$$= 10.369\frac{Kg}{hr}\times 18\frac{hr}{day}\times 13.88\frac{bath}{Kg}$$

= 2,590 บาท /วัน/ตัว

หรือประมาณ

$$10.369\frac{Kg}{hr}\times 5{,}504\frac{hr}{year}\times 13.88\frac{bath}{Kg}$$

= 792,145 บาท/ปี/ตัว

จากรายจ่ายค่า LPG ช่วง 7 เดือนแรกก่อนการปรับปรุง (มกราคม – กรกฎาคม 2548) มีค่า 2,057,886 บาท / 7 เดือน หรือประมาณ 3,527,805 บาท / ปี

ดังนั้นผลการประหยัดจึงมีค่าประมาณ $= \frac{792{,}145}{3{,}527{,}805}x100\%$

= 23 %

5.10 การจัดระบบการตรวจสอบและประเมินผลการใช้พลังงาน

การตรวจสอบสภาพการใช้พลังงาน (Energy Audit) จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ทราบว่าโรงงานมีการใช้พลังงานไปยังส่วนใดบ้างเป็นจำนวนมากน้อยเท่าใด เพื่อเป็นพื้นฐานในการวางแผนการจัดการพลังงานที่จะเกิดขึ้น จากสภาพการสำรวจการใช้พลังงานในปัจจุบันในการศึกษาพบว่ายังไม่มีการสำรวจอย่างจริงจังในโรงงาน และไม่มีรูปแบบเอกสารการสำรวจที่เป็นทางการ ส่งผลให้ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่า สิ่งที่ได้ดำเนินการสำรวจแล้วนั้นได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วหรือไม่ ซึ่งระบบการสำรวจสภาพการใช้พลังงาน (Energy audit) ในปัจจุบันจะไม่สามารถบ่งบอกได้เนื่องจากไม่มีเอกสารสำรวจที่เป็นมาตรฐาน และไม่มีระบบติดตามผลการดำเนินงานปรับปรุง ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงระบบการสำรวจสภาพการใช้พลังงาน (Energy Audit) ที่เกิดขึ้นดังนี้

(ก) จัดตั้งคณะทำงานในการสำรวจสภาพการใช้พลังงานที่เป็นทางการ
(ข) จัดทำแผนการสำรวจการใช้พลังงาน
(ค) จัดทำเอกสารมาตรฐานที่ใช้ในการสำรวจสภาพการใช้พลังงานและผลการปรับปรุง

การปรับปรุงโดยมีการดำเนินการ จัดตั้งคณะทำงานในการตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานได้กำหนดให้ คณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานแต่ละแผนก ทำการสำรวจสภาพการใช้พลังงานจริงจากพื้นที่ทำงานในโรงงานแล้วทำการปรับปรุงโดยการจัดทำแผนในการสำรวจการใช้พลังงานประจำปีขึ้น และจะทำการสำรวจการใช้พลังงานในพื้นที่ต่างๆ เป็นเดือนเว้นเดือนไป ซึ่งจะเริ่มทำการสำรวจตามแผนที่กำหนดไว้ในเดือนสิงหาคมเป็นต้นไป แล้วทำการปรับปรุงโดยการจัดทำแผนงานย่อยในการสำรวจการใช้พลังงานในพื้นที่ต่างๆที่ได้กำหนดไว้ในแผนงาน รวมทั้งมีการจัดทำเอกสารที่ใช้ในการสำรวจและรายงานความก้าวหน้าของการติดตามผลการปรับปรุงที่เกิดขึ้น แจ้งให้ผู้จัดการแผนกและผู้จัดการฝ่ายทราบเพื่อผลักดันให้การปรับปรุงเป็นไปด้วยความรวดเร็วต่อไป ซึ่งการตรวจสอบสภาพโดยรวมของการใช้และการจัดการด้านพลังงานมีการแบ่งเป็น

1. การบริหารงานประหยัดพลังงานในหน่วยงาน 25 %
2. มาตรการอนุรักษ์การประหยัดพลังงาน 50%
3. การรณรงค์และการอบรมให้ความรู้ 25%

โดยมีระบบการตรวจสอบ ให้คะแนนและการประกาศให้ทราบ เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจการดำเนินกิจกรรมประหยัดพลังงาน และเพื่อเป็นการสร้างให้เกิดระบบการจัดการด้านพลังงานในระดับแผนกให้มีการดำเนินการจัดการด้านพลังงานอย่างจริงจัง โดยมีเอกสารการตรวจสอบรูปที่ 5.28 และหลักเกณฑ์ ที่ใช้ในการประเมินผลการให้คะแนน การดำเนินงานการใช้พลังงานในแต่ละพื้นที่ซึ่งจะแสดงอยู่ในภาคผนวก ง., ตารางที่ ง – 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การตรวจสอบการดำเนินงานการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่

พื้นที่..... แผนกเจ้าของพื้นที่.....

คณะผู้ตรวจ..... ผู้รับผิดชอบพื้นที่.....

กิจกรรม	ไม่ดี 1	พอใช้ 2	ดี 3	ดีมาก 4
1. คณะอนุกรรมการ และการบริหารงานประหยัดพลังงาน				
ในหน่วยงาน (25%)				
1.1 ผู้จัดการแผนกและหัวหน้างานมีส่วนเกี่ยวข้อง และ				
ให้การสนับสนุน				
1.2 การจัดทำแผนงานประหยัดพลังงาน				
1.3 การจัดตั้งคณะอนุกรรมการการประหยัดพลังงาน				
1.4 การจัดทำมาตรฐาน/มาตรการประหยัดพลังงานภายในหน่วยงาน				
1.5 มีประชุมคณะอนุกรรมการ				
1.6 การมีส่วนร่วมของพนักงานในหน่วยงาน				
2. มาตรการการอนุรักษ์การประหยัดพลังงาน (50%)				
2.1 มีการสำรวจและป้องกันการสูญเสียในการใช้พลังงาน				
2.2 มีการปรับปรุงจุดรั่วไหลของลม,ไฟฟ้า,ความร้อนและน้ำ				
2.3 มีการบำรุงรักษาเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ เพื่อใช้งานอย่างมี				
ประสิทธิภาพ				
2.4 มีข้อเสนอแนะการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน				
2.5 มีโครงการประหยัดพลังงานในหน่วยงาน				
2.6 มีการตรวจประเมินการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน				
2.7 มีการใช้วัสดุต่างๆ อย่างคุ้มค่า				
3. การรณรงค์และการอบรม (25%)				
3.1 การจัดทำหลักสูตรและอบรมภายใน				
3.2 การส่งพนักงานเข้ารับการอบรมภายใน				
3.3 มีการจัดทำโครงการรณรงค์ประหยัดพลังงานภายในหน่วยงาน				
3.4 พนักงานให้ความสนใจในกิจกรรมประหยัดพลังงาน				
3.5 มีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลการใช้พลังงาน				

รูปที่ 5.28 *เอกสารมาตรฐานตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่*

รายการตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่

บริเวณพื้นที่ทำการตรวจสอบ	ผลการตรวจ	CAR	SUG

สรุป 1. สิ่งที่ต้องทำการแก้ไข (CAR) .....รายการ

2. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(SUGGESTION)….....รายการ

บันทึกโดย.....

หัวหน้าคณะผู้ตรวจสอบการใช้พลังงาน

รับทราบโดย.....

ผู้รับผิดชอบพื้นที่

รูปที่ 5.28 *เอกสารมาตรฐานตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่(ต่อ)*

5.11 การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและรับฟังข้อเสนอแนะจากพนักงานในการจัดการพลังงาน

การปรับปรุง โดยการดำเนินการส่งเสริมให้พนักงานมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานด้วยการทำกิจกรรมข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงงาน (Suggestion) อย่างจริงจัง จะทำให้ผลการประหยัดพลังงานเป็นจริงมากขึ้น เนื่องจากพนักงานเป็นผู้ใช้พลังงานมากที่สุด ดังนั้นจึงควรที่จะมีการสนับสนุนส่งเสริมให้มีกิจกรรมกลุ่มย่อยและกิจกรรมข้อเสนอแนะเข้ามามีส่วนร่วม ในการควบคุมดูแลและปรับปรุงการทำงานเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานในโรงงานขึ้น ด้วยเหตุนี้ จึงควรมีการส่งเสริมให้มีการนำเอาเรื่อง การประหยัดพลังงานมาเป็นหัวข้อในการดำเนินกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในอนาคตต่อไป ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายค่าพลังงานที่สูงนี้ได้ ดังนั้นจึงได้ผนวกการจัดทำ TQM ของโรงงานให้เป็นส่วนหนึ่งของการประหยัดพลังงานดังเอกสารรูปที่ 5.29

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TQM RB IMPROVEMENT FORM

Control No. HRD-0904-002

ฝ่าย/แผนก (Division / Department /Area) HRD [Request ADM]	Issue Date 24/9/2005

ปัญหา / ข้อบกพร่อง (PROBLEM/NONCONFORMITY STATEMENT)

ประเภทของปัญหา/ข้อบกพร่อง (Problem/Non conformance type)

◯ 5 ส (5 S) ◯ คุณภาพ (Quality) ◯ ความปลอดภัย (Safety)

◯ การสื่อสาร (Communication) ◯ วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction) ● Ohters

Remark: ข้อบกพร่องดังกล่าวจะต้องเป็นข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องกับงานที่ปฏิบัติเท่านั้น (nonconformity relating with only your work)

ระบุปัญหา/ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น (Description of Problem/Nonconformity) :

.....บริเวณ Reception ในช่วงที่อุณหภูมิภายนอกสูง และมีแสงแดดส่องเข้ามาทางเข้าด้านหน้า อากาศจะอบอ้าวและแสบตา

.....

สาเหตุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น (Cause analysis) :

กระจกด้านหน้าเป็นกระจกใสไม่สามารถกรองแสงและความร้อนได้ รวมทั้งประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศที่ทำงานไม่ดีพอ ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนัก กินกระแสไฟมาก แต่ให้พลังงานความเย็นต่ำ

วิธีการแก้ไข / การปรับปรุง (CORRECTIVE ACTION)

ปรับปรุงเครื่องปรับอากาศ ตรวจวัดประสิทธิภาพการทำงาน

ติดม่านกรองแสงด้านหน้าทางเข้าหรือติดฟิล์มกรองแสง

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ (Supervisor's Opinion and Countermeasures)

บริเวณReception มีเครื่องปรับอากาศ 2 ตัว ขนาด 17,460 btu/hr กินกระแสไฟ 7 Amp และขนาด 38,000 btu/hr กินกระแสไฟ 23 Amp ควรเปิดทั้ง 2 ตัวเพื่อช่วยกันทำงาน และปรับอุณหภูมิไว้ที่ 27 องศา เมื่ออุณหภูมิได้ที่เครื่องจะหยุดทำงานเอง และจะทำความเย็นได้เร็วขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและลดภาระให้กับเครื่องปรับอากาศ และยังช่วยยืดอายุการใช้งานและประหยัดพลังงานลงอีกด้วย

น่าจะติดม่านบังแสงกระจกด้านหน้า 2 ข้าง และติดฟิล์มกรองแสงที่ประตู

Date for completion : .....

Signature by ..... Date .....

การป้องกันปัญหาไม่ให้เกิดขึ้นซ้ำ (ACTION TAKEN TO PREVENT RECURRENCE)

รายละเอียดการเฝ้าติดตามผล (Follow-up details) :

.....

RB closed out (Date): ..... Signature : .....

รูปที่ 5.29 เอกสารมาตรฐานแนะนำการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่

บทที่ 6

เปรียบเทียบและประเมินผลการวิจัย

จากการที่ได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุความสูญเสีย ในการจัดการด้านพลังงานในโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่างที่เกิดขึ้นและได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขระบบการจัดการพลังงานในส่วนต่างๆ เพื่อลดต้นทุนการผลิตในส่วนของการใช้พลังงาน และเป็นแนวทางในการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพที่ผ่านมา จึงได้ทำการเก็บข้อมูลผลการดำเนินการหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วเพื่อทำการเปรียบเทียบผลที่ได้รับดังนี้

6.1 การเปรียบเทียบและประเมินผลทางด้านพลังงานไฟฟ้า

จากการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน โดยการสำรวจสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าการควบคุมพลังงานไฟฟ้าและการดำเนินมาตรการต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการประยัดพลังงานอย่างจริงจัง โดยได้รับความร่วมมือจากผู้ที่เกี่ยวข้องและการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงทำให้เกิดผลการดำเนินการจากการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าดังตารางที่ 6.1

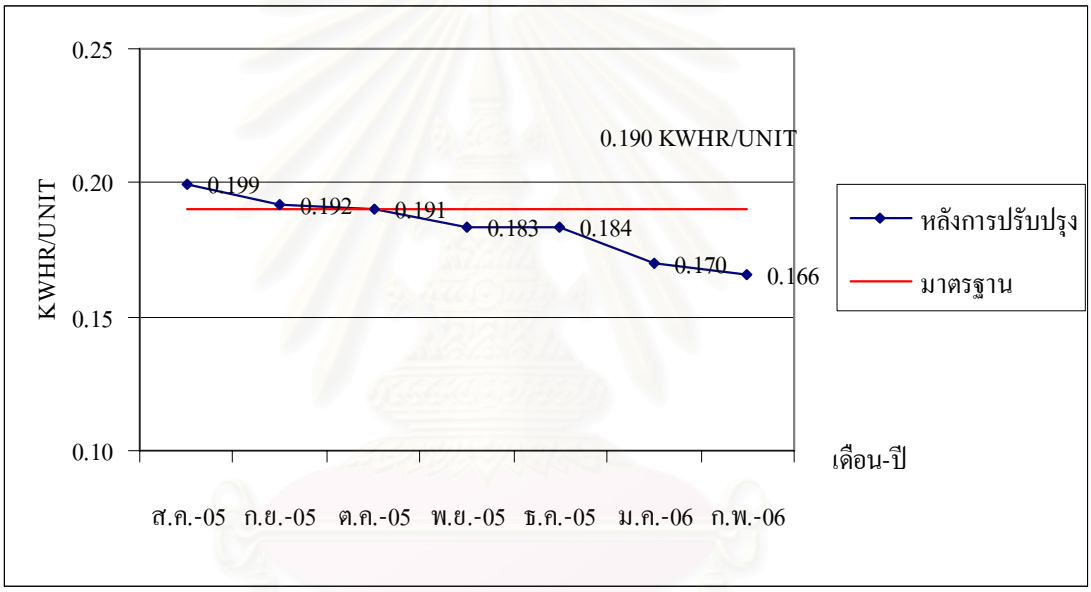
ตารางที่ 6.1 *อัตราการใช้พลังงานและค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุง*

เดือน ปี 2548- ปี 2549	อัตราค่าไฟฟ้าต่อ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (BAHT/KWHR)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อ ปริมาณผลผลิต (BAHT/UNIT)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อ ปริมาณผลผลิต (KWHR/UNIT)
สิงหาคม	3.006	0.598	0.199
กันยายน	2.924	0.562	0.192
ตุลาคม	3.025	0.576	0.191
พฤศจิกายน	3.063	0.561	0.183
ธันวาคม	3.129	0.575	0.184
มกราคม	3.095	0.526	0.170
กุมภาพันธ์	3.272	0.542	0.166
ผลรวม	ค่าเฉลี่ย = 3.073	ค่าเฉลี่ย = 0.563	ค่าเฉลี่ย = 0.183

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

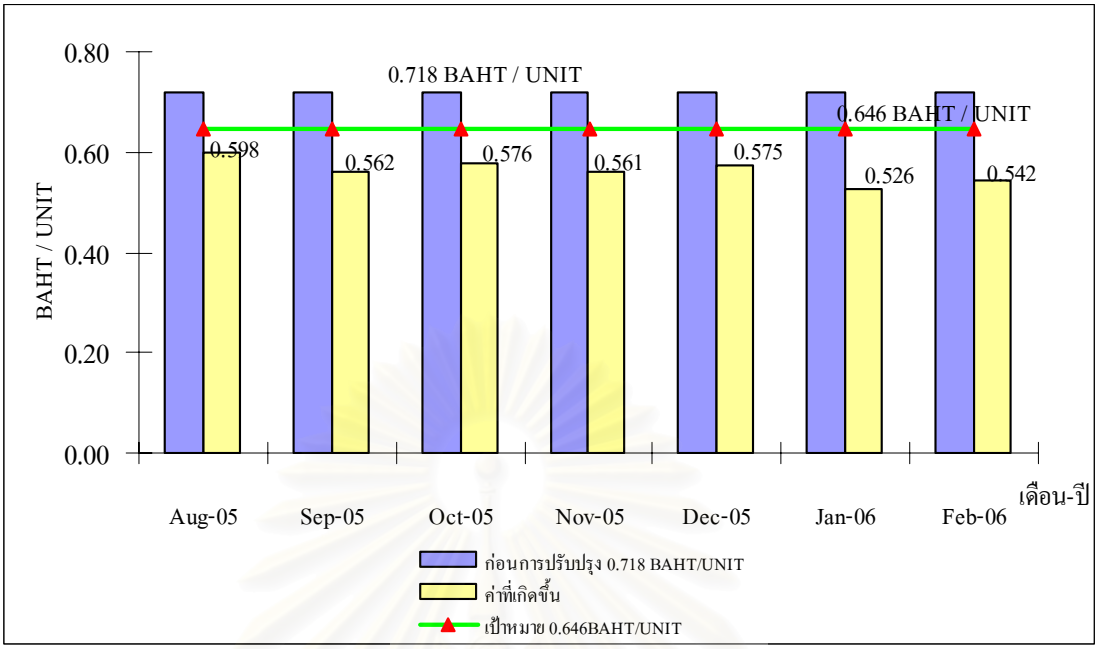
ผลที่เกิดขึ้นหลังจากการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน โดยการสำรวจสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า การควบคุมพลังงานไฟฟ้า และการดำเนินมาตรการต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานมีดังต่อไปนี้

(ก) *มาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 0.190 KWHR/UNIT* และข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานตัวอย่างที่ได้ทำการปรับปรุงสามารถทำได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานตัวอย่างหลังจากทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6.1



***รูปที่ 6.1** อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบกับมาตรฐาน*

(ข) *เป้าหมายอัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยปริมาณผลผลิตเท่ากับ 0.646 BAHT/UNIT* และค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 0.718 BAHT/UNIT ข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานตัวอย่างที่ได้ทำการปรับปรุงสามารถทำได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นอัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตในโรงงานตัวอย่าง หลังจากทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับเป้าหมายในการใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 *อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตหลังทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับเป้าหมาย*

ผลที่ได้หลังจากทำการปรับปรุง สามารถประมาณการณ์ค่าไฟฟ้าที่ลดลงเปรียบเทียบกับมาตรฐานและค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงได้ ดังตารางที่ 6.2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 6.2 *เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงกับมาตรฐาน*

อัตราค่าไฟฟ้าหลังทำการปรับปรุง*	
อัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานประมาณการณ์	0.582 BAHT / UNIT
อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง	0.718 BAHT / UNIT
อัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	0.562 BAHT / UNIT
อัตราค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานประมาณการณ์	ต่ำกว่า 3.425 %
อัตราค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง	ต่ำกว่า 21.73 %

* รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ., หัวข้อ การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าหลังการปรับปรุง

- หลังจากทำการปรับปรุง (ส.ค. 48 - ก.พ. 49) สามารถคำนวณค่าไฟฟ้าที่ต่ำกว่ามาตรฐานได้เท่ากับ 465,465 บาท

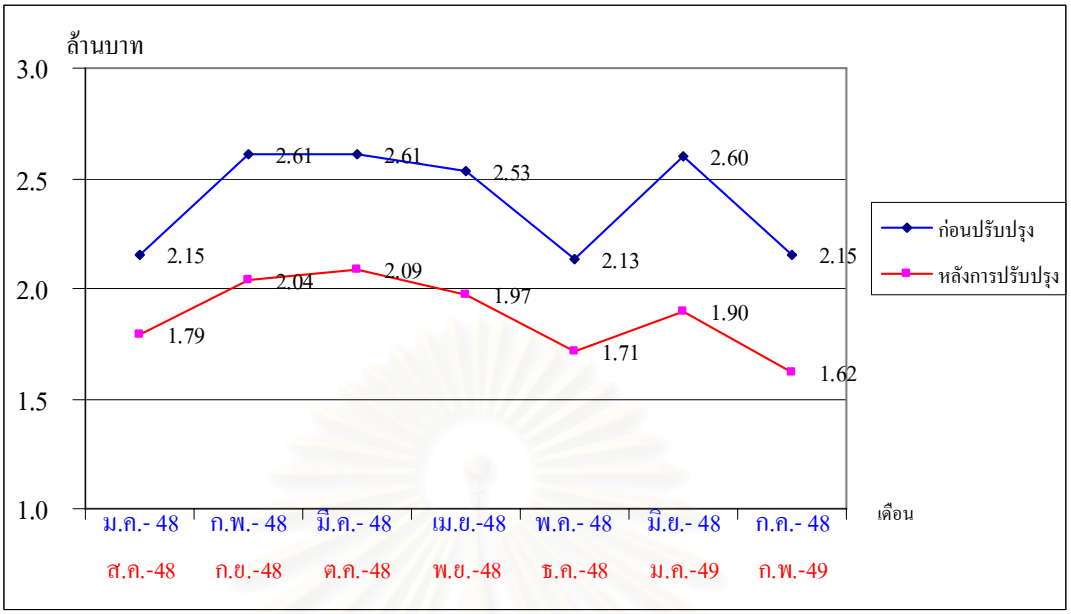
- หลังจากทำการปรับปรุง (ส.ค. 48 - ก.พ. 49) มีผลผลิตรวมทั้งสิ้น 23.35 ล้านชิ้น ค่าไฟฟ้าที่ทำการปรับปรุงแล้วเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นก่อนทำการปรับปรุง (อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนทำการปรับปรุง X ผลผลิตที่เกิดขึ้นในช่วงนั้น) จะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 3.64 ล้านบาทในรอบการปรับปรุงที่ใช้เวลา 7 เดือน** โดยสามารถแสดงตารางเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ดังตารางที่ 6.3 และสามารถเปรียบเทียบในรูปกราฟการประหยัดค่าใช้จ่ายหลังการปรับปรุงได้ดังรูปกราฟที่ 6.3 ดังนี้

** รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ., ตารางที่ จ – 4

ตารางที่ 6.3 *เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงกับมาตรฐาน*

เดือน 2548-2549	ผลผลิตทั้งหมด (UNIT)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ก่อนการปรับปรุง (BAHT)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย หลังการปรับปรุง (BAHT)
ส.ค.-48	2,990,793	2,147,389	1,789,236
ก.ย.-48	3,631,273	2,607,254	2,039,230
ต.ค.-48	3,629,445	2,605,942	2,092,080
พ.ย.-48	3,517,894	2,525,848	1,972,116
ธ.ค.-48	2,967,944	2,130,984	1,707,278
ม.ค.-49	3,622,787	2,601,161	1,904,745
ก.พ.-49	2,990,231	2,146,986	1,619,880
ผลรวม	23,350,367	16,765,564	13,124,565

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง



รูปที่ 6.3 *กราฟเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุง*

6.2 การเปรียบเทียบและการประเมินผลด้านพลังงานความร้อน

จากการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานความร้อน โดยการสำรวจและการดำเนินแก้ไขในส่วนที่เป็นเตาเผาไหม้เชื้อเพลิงก๊าซ LPG ด้วยการปรับอัตราส่วนระหว่าง เชื้อเพลิงและอากาศอย่างเหมาะสม ทำให้ % O_2 ลดลง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานความร้อนลดลงซึ่งเป็นมาตรการประหยัดด้านพลังงานอย่างแท้จริง โดยได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงทำให้เกิดผลการดำเนินการจากการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานความร้อนดังตารางที่ 6.4 ต่อไปนี้

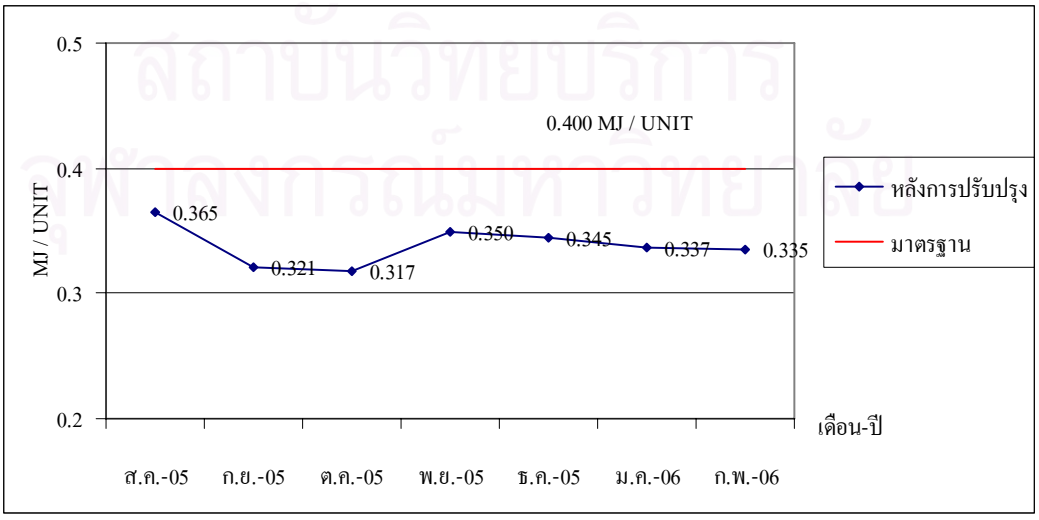
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.4 *อัตราการใช้พลังงานความร้อนหลังการปรับปรุง*

เดือน ปี 2548 - ปี 2549	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อปริมาณการใช้พลังงานความร้อน LPG (BAHT/MJ)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (BAHT/UNIT)	อัตราการใช้พลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (MJ/UNIT)
สิงหาคม	0.298	0.109	0.365
กันยายน	0.299	0.096	0.321
ตุลาคม	0.299	0.095	0.317
พฤศจิกายน	0.299	0.105	0.350
ธันวาคม	0.299	0.103	0.345
มกราคม	0.299	0.101	0.337
กุมภาพันธ์	0.299	0.100	0.335
ผลรวม	ค่าเฉลี่ย = 0.299	ค่าเฉลี่ย = 0.101	ค่าเฉลี่ย = 0.338

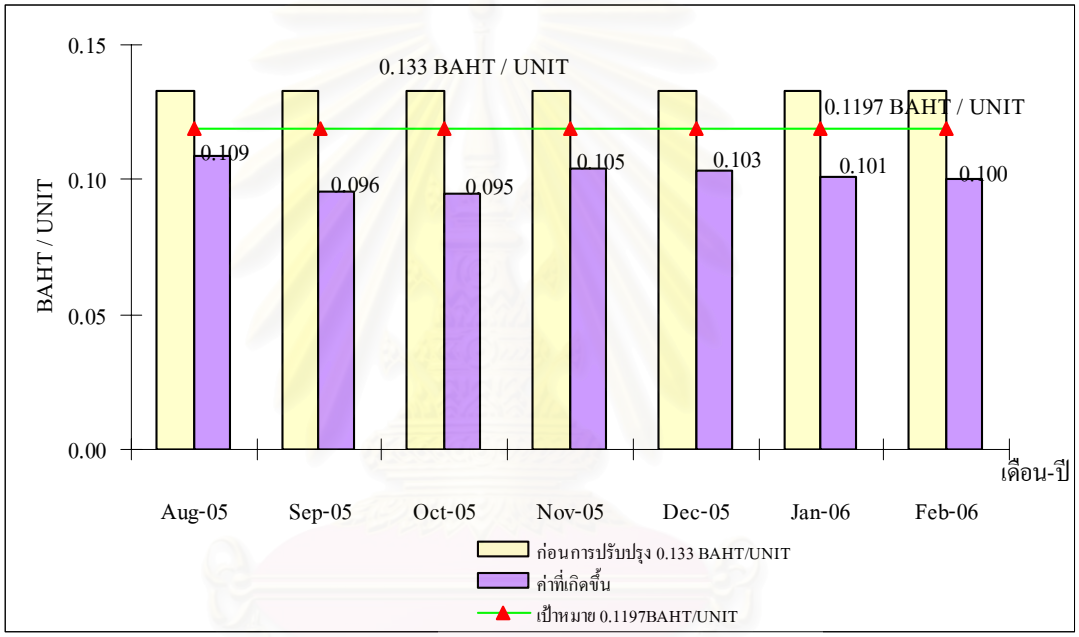
ผลที่เกิดขึ้นหลังจากการทำการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในส่วนของพลังงานความร้อนมีดังต่อไปนี้

(ก) *มาตรฐานการใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ 0.400 MJ/UNIT* และข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 6.4 จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานความร้อนในโรงงานตัวอย่างที่ได้ทำการปรับปรุงสามารถทำได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นการใช้พลังงานความร้อนในโรงงานตัวอย่างหลังจากทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 *อัตราการใช้พลังงานความร้อนเทียบกับมาตรฐาน*

(ข) *เป้าหมายอัตราค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยปริมาณผลผลิตเท่ากับ 0.1197 BAHT/UNIT* และค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 0.133 BAHT/UNIT ข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 6.4 จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานความร้อนในโรงงานตัวอย่างที่ได้ทำการปรับปรุงสามารถทำได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นอัตราค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยผลผลิตในโรงงานตัวอย่างหลังจากทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับเป้าหมายในการใช้พลังงานไฟฟ้า สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6.5



รูปที่ 6.5 *อัตราค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยหลังทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับเป้าหมาย*

ผลที่ได้หลังจากทำการปรับปรุง สามารถประมาณการณ์ค่าพลังงานความร้อนที่ลดลงเปรียบเทียบกับมาตรฐานและค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงได้ ดังตารางที่ 6.5 ต่อไปนี้

ตารางที่ 6.5 *เปรียบเทียบอัตราค่าพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุงกับมาตรฐาน*

อัตราค่าพลังงานความร้อนหลังทำการปรับปรุง***	
อัตราค่าพลังงานความร้อนมาตรฐานประมาณการณ์	0.120 BAHT / UNIT
อัตราค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง	0.133 BAHT / UNIT
อัตราค่าพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	0.101 BAHT / UNIT
อัตราค่าพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับอัตราค่าพลังงานความร้อนมาตรฐานประมาณการณ์	ต่ำกว่า 15.83 %
อัตราค่าพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับอัตราค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง	ต่ำกว่า 24.06 %

*** รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ., หัวข้อ การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน (LPG) หลังการปรับปรุง

- หลังจากทำการปรับปรุง (ส.ค. 48 - ก.พ. 49) สามารถคำนวณค่าพลังงานความร้อนที่ต่ำกว่ามาตรฐานได้เท่ากับ 293,874 บาท

- หลังจากทำการปรับปรุง (ส.ค. 48 - ก.พ. 49) มีผลผลิต ERL.ทั้งสิ้น 15.87 ล้านชิ้น ค่าพลังงานความร้อนที่ทำการปรับปรุง แล้วเปรียบเทียบกับค่าพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นก่อนทำการปรับปรุง (อัตราค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยก่อนทำการปรับปรุง X ผลผลิตที่เกิดขึ้นในช่วงนั้น) จะประหยัดค่าพลังงานความร้อนได้ 0.51 ล้านบาทในรอบการปรับปรุงที่ใช้เวลา 7 เดือน**** โดยสามารถแสดงตารางเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นได้ดังตารางที่ 6.6 และสามารถเปรียบเทียบในรูปกราฟการประหยัดค่าใช้จ่ายหลังการปรับปรุงได้ดังรูปกราฟที่ 6.6 ดังนี้

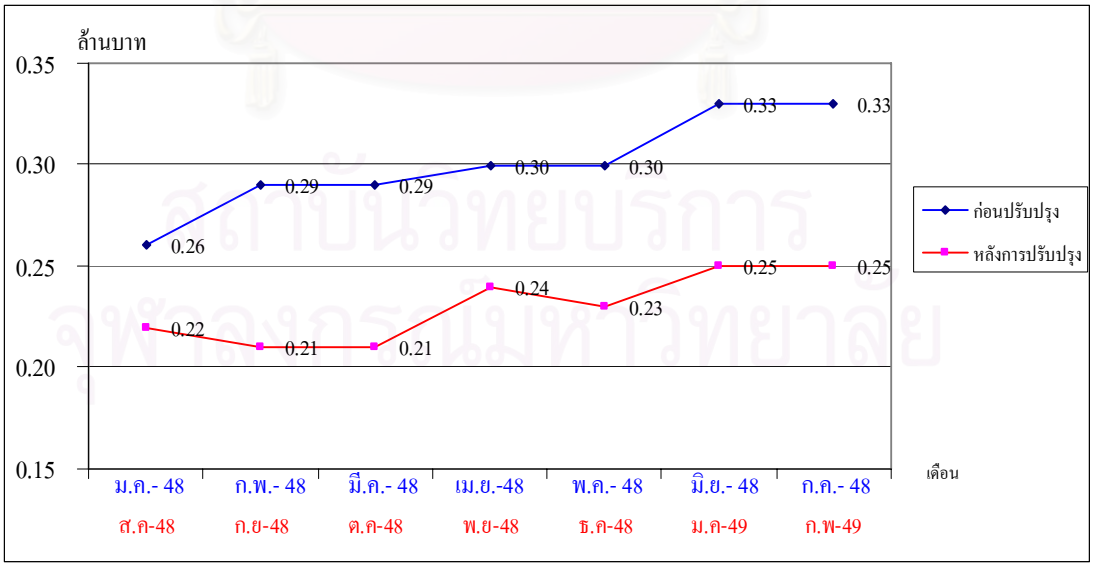
**** รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ., ตารางที่ จ-5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.6 *เปรียบเทียบอัตราค่าพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุงกับมาตรฐาน*

เดือน 2548-2549	ผลผลิตทั้งหมด (UNIT)	ค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ย ก่อนการปรับปรุง (BAHT)	ค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ย หลังการปรับปรุง (BAHT)
ส.ค.-48	1,979,953	263,334	215,331
ก.ย.-48	2,211,294	294,102	211,899
ต.ค.-48	2,189,898	291,256	207,618
พ.ย.-48	2,272,593	302,255	237,503
ธ.ค.-48	2,258,964	300,442	232,805
ม.ค.-49	2,484,428	330,429	250,551
ก.พ.-49	2,476,956	329,435	247,762
ผลรวม	15,874,086	2,111,253	1,603,469

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง



รูปที่ 6.6 *กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนก่อนและหลังการปรับปรุง*

6.3 การเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้งานพลังงาน

ทำการเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้พลังงานในโรงงาน เพื่อที่จะทราบได้ว่าผลการดำเนินงานของการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้น หลังจากได้ทำการปรับปรุงนั้นมีสมรรถภาพที่ดีขึ้นเพียงใดโดยทำการเปรียบเทียบกับปี 2547ได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6.7 *สมรรถภาพพลังงานหลังทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับปี 2547* *****

สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของโรงงาน (%)	เพิ่มขึ้น 6.50
สมรรถภาพพลังงานความร้อนของโรงงาน (%)	เพิ่มขึ้น 11.57

***** รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ., หัวข้อ สมรรถภาพพลังงานหลังการปรับปรุง

จากผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพพลังงาน ทำให้ได้ทราบว่าหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าและความร้อน ในโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่างแล้ว ผลงานการปรับปรุงที่เกิดขึ้นขององค์กร สามารถทำให้โรงงานเกิดการใช้พลังงานอย่าคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ในส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าสมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าในโรงงานมีค่าเพิ่มขึ้น 6.50% เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2547 ที่ผ่านมา ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่บ่งบอกได้ว่าการดำเนินงานการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าในโรงงานตัวอย่างเมื่อเทียบกับปี 2547 นั้น ประสบผลสำเร็จ ซึ่งสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่ได้ดำเนินการในการลงทุนไป

2. ในส่วนการใช้พลังงานความร้อนซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าสมรรถภาพพลังงานความร้อนในโรงงานมีค่าเพิ่มขึ้น 11.57% เมื่อเทียบกับปี 2547 ที่ผ่านมา ดังนั้น จึงเป็นสิ่งที่บ่งบอกได้ว่าการดำเนินงานการจัดการด้านพลังงานความร้อนในโรงงานตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2547 นั้น ประสบผลสำเร็จ ซึ่งสามารถใช้พลังงานความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างมากขึ้นและคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่ได้ดำเนินการในการลงทุนไป

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ การจัดการด้านพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง และได้ดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานโดยมีแนวทางการปรับปรุงดังต่อไปนี้

1. การปรับปรุงองค์กรให้สอดคล้องกับการจัดการด้านพลังงาน
2. การเผยแพร่นโยบายพลังงาน
3. การคัดเลือกมาตรการหลักในการประหยัดพลังงาน
4. แนวทางการจัดการพลังงานทางด้านพลังงานไฟฟ้า
5. แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลง
6. แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ
7. แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ
8. แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง
9. แนวทางการจัดการพลังงานทางด้านพลังงานความร้อน
10. การจัดระบบการตรวจสอบและประเมินผลการใช้พลังงาน
11. การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและรับฟังข้อเสนอแนะจากพนักงานในการจัดการพลังงาน

7.1 สรุปผลการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน

จากผลการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิตทั้งหมดสามารถทำได้ตามมาตรฐานโรงงานที่ตั้งเป้าไว้ให้ลดลง 10 % จากเดิม ซึ่งอยู่ที่ 0.190 KWHR / UNIT
2. อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณผลผลิต ERL. สามารถทำได้ตามเป้าหมายของโรงงานที่ 0.400 MJ / UNIT
3. อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิตทั้งหมดลดลง 21.73% คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง 3.64 ล้านบาท

4. อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณผลผลิต ERL. ลดลง 24.06% คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง 0.51 ล้านบาท
5. ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสามารถลดได้ประมาณ 4.15 ล้านบาท
6. สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของโรงงานหลังทำการปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้น 6.50%
7. สมรรถภาพพลังงานความร้อนของโรงงานหลังทำการปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้น 11.57%

7.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานที่ควรวางแผนการดำเนินงานต่อไป พอสรุปได้ดังนี้

7.2.1 ข้อเสนอแนะด้านพลังงานไฟฟ้า

ข้อเสนอแนะการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้ามีดังนี้

ก. ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในช่วงเวลาต่างๆของปี

ข. ทำการศึกษาถึงผลกระทบของการซ่อมบำรุงต่อการประหยัดพลังงาน

ค. ศึกษาถึงผลกระทบของการจัดตารางการผลิตที่มีต่อการจัดการพลังงาน

ง. ทำการสำรวจเพื่อศึกษาค่าไฟฟ้าแบบ TOD และ TOU

จ. สำรวจระบบปรับอากาศทั้งหมดเพื่อวิเคราะห์การใช้เทคโนโลยีใหม่ (Ice Storage)

ฉ. ให้มีการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องเพื่อให้พนักงานทราบว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นอยู่ ณ สภาวการณ์ใด

ต้องทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในช่วงเวลาต่างๆของปี โดยละเอียดเพื่อทราบถึงผลกระทบของตัวแปรที่อาจมีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เช่นในฤดูฝนจะทำให้หม้อแปลงมีความชื้นสูงทำให้กระบวนการ Dipping ต้องใช้พลังงานความร้อนสูง ส่วนในฤดูร้อนก็มีผลกระทบกับการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ เพราะอุณหภูมิภายนอกสูง เป็นต้น

ควรศึกษาผลกระทบของการซ่อมบำรุงต่อการประหยัดพลังงาน โดยในการทำการซ่อมบำรุงในแต่ละครั้งจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเข้ามามีส่วนช่วยอย่างมาก ถ้าสามารถทำการวางแผนการซ่อมบำรุงให้เหมาะสมกับเวลาในการคิดค่าไฟฟ้าจากทางการไฟฟ้าแล้ว ก็จะสามารถลดค่าใช้จ่าย

ด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ เช่นควรทำการทดสอบการทำงานของเครื่องจักรหลังจากทำการซ่อมบำรุงแล้ว(test-run) ในช่วงเวลา Off Peak สำหรับเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่ และใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูง

ศึกษาถึงผลกระทบของการจัดตารางของการผลิตที่มีต่อการจัดการพลังงาน เพื่อที่จะทราบได้ว่าตารางผลิตและแผนการเดินเครื่องจักรนั้น สอดคล้องกับแผนงานของการจัดการด้านพลังงานหรือไม่เพื่อที่จะได้ทำการปรับปรุง ให้ตารางการผลิต และแผนงานการจัดการด้านพลังงานให้สอดคล้องกันต่อไป

ทำการสำรวจเพื่อศึกษาค่าไฟฟ้าแบบ TOD และ TOU เพื่อจะได้เลือกรูปแบบค่าไฟให้เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงในการใช้ของโรงงาน

ควรทำการสำรวจระบบปรับอากาศทั้งหมดในโรงงาน เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะได้วางแผนในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระบบปรับอากาศให้เหมาะกับโรงงาน โดยเฉพาะการศึกษาถึงเทคโนโลยีใหม่ (Thermal Ice Storage) เพื่อให้การใช้งานระบบปรับอากาศมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ต้องมีการประชาสัมพันธ์ที่ต่อเนื่องเพื่อให้พนักงานทุกๆส่วนทราบว่า ขณะนี้ได้ดำเนินกิจกรรมที่เกิดขึ้นอยู่ ณ สภาวการณ์ใด และมีแผนการดำเนินการอย่างไร เพื่อจะได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และควรให้พนักงานเข้ามามีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมโดยทำการสร้างจิตสำนึกให้พนักงานโดยให้ถือเสมือนว่าบริษัทเป็นบ้านของตนเอง

7.2.2 ข้อเสนอแนะด้านพลังงานความร้อน

ข้อเสนอแนะการจัดการด้านพลังงานความร้อนมีดังต่อไปนี้

ก. อบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุเชื่อเพลิง
ข. ให้มีการนำวัสดุที่ใช้แล้วในกระบวนการผลิตมาใช้เป็นเชื่อเพลิง
ค. ให้มีการศึกษาการนำเอาก๊าซธรรมชาติ (NG) มาใช้ร่วมกับ LPG
ง. ศึกษาการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในช่วงเวลาต่างๆของปี
จ. ศึกษาผลกกระทบการใช้ปริมาณอากาศที่เหมาะสมในกระบวนเผาไหม้ในเตาเผา

จัดการอบรมให้ความรู้การใช้วัสดุเชื้อเพลิงให้คุ้มค่า และเหมาะสมกับฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่นฝ่ายจัดซื้อฝ่ายควบคุมคุณภาพเป็นต้น เพื่อจะช่วยหาแหล่งวัสดุเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดีเพื่อที่จะนำมาใช้กระบวนการเผาไหม้ ให้ได้พลังงานความร้อนคุมค่ากับค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไป

ให้มีการนำเอาวัสดุเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วในกระบวนการผลิตมาใช้เป็นเชื้อเพลิงที่เตาเผา LPG เช่นน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว จาระบี ยางรถยนต์เก่า เป็นต้นโดยทั้งนี้ต้องศึกษาผลกระทบของผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้ให้เหมาะสม เพื่อจะเป็นแนวทางในการกำจัดขยะที่เกิดขึ้นอีกทั้งยังช่วยในการประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของวัตถุดิบที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงของการเผาไหม้อีกด้วย

ให้มีการศึกษาการนำเอาก๊าซธรรมชาติ (NG) มาใช้ร่วมกับ LPG เพราะมีราคาถูกกว่า อัตราการให้ความร้อนก็ไม่แตกต่างกันมากนัก

ศึกษาเปรียบเทียบในช่วงการใช้พลังงานต่างๆของปีโดยละเอียด เพื่อทราบถึงผลกระทบของตัวแปรที่อาจมีผลต่อการประหยัดพลังงานความร้อน เช่น ความชื้นของอากาศในฤดูหนาว หรือการรักษาระดับความร้อนของเตาในหน้าร้อน เป็นต้น

ควรทำการศึกษาผลกระทบการใช้ปริมาณอากาศที่เหมาะสม ในกระบวนการเผาไหม้ในเตาเผาเช่นการรั่วไหลของอากาศที่เข้าสู่ระบบ จะส่งผลกระทบอย่างไรต่อการสูญเสียของปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น เป็นต้น

7.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย

1. การเก็บข้อมูลต้องใช้เวลาจำนวนมากในการวัดค่าต่างๆทางไฟฟ้า และความร้อน โดยบางครั้งไม่สามารถควบคุมปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่าเหล่านี้ ทำให้ไม่สามารถได้ค่าการวัดที่มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุดได้
2. การกำหนดมาตรการในการประหยัดพลังงานที่แท้จริง จะต้องอ้างอิงข้อมูลให้มากที่สุด เพื่อช่วยในการกำหนดมาตรการหลักในการปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับโรงงาน ทั้งนี้บางครั้งมาตรการที่น่าจะถูกนำมาใช้ในโรงงานกลับไม่ถูกพิจารณา
3. เนื่องจากพนักงานระดับปฏิบัติการในโรงงาน มีหน้าที่รับผิดชอบเดิมที่มากพอสมควร ทำให้การนำมาตรการในการประหยัดพลังงานไปประยุกต์ใช้จึงต้องอาศัยเวลาและความร่วมมือของพนักงาน และวิศวกรของโรงงานอย่างสูง อีกทั้งยังต้องทำความเข้าใจและอบรมในส่วนของความรู้พื้นฐานแก่พนักงานเพื่อการปฏิบัติที่ถูกต้อง จึงจะทำให้ผลการประหยัดพลังงานประสบความสำเร็จในที่สุด

รายการอ้างอิง

[1] นโยบายและแผนพลังงาน, สำนักงาน. สถานการณ์นโยบายและมาตรการพลังงานของไทย. หนังสือพิมพ์กระทรวงพลังงาน (กรกฎาคม 2548).

[2] ชัยพร วงศ์พิศาล. การศึกษาการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสายไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

[3] ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์. เทคนิคการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2537.

[4] ณรงค์ พงศ์กิตติพิรุฬห์. การวิเคราะห์การผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงงานผลิตกระดาษ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

[5] เอกสิทธิ สุวรรณศรี. การปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

[6] อุษา แพพันธ์อ้วน. การเลือกระบบปรับอากาศที่เหมาะสมในเชิงการอนุรักษ์และประหยัดพลังงาน สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

[7] กันต์ธร เก่งพล. การควบคุมการใช้ไฟฟ้าในโรงแรม กรณีศึกษา : โรงแรมขนาดกลางและเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

[8] วีระพงษ์ ประสาทศิลปิน. การประหยัดพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า : กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมพระนครใต้ ชุดที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

[9] สุชาติ ศรีวรานนท์. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของโครงการอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษา : ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

[10] ดรุณี อาชวานันทกุล. การศึกษาการประหยัดพลังงานของอุตสาหกรรมหนังเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

[11] สงวน ตั้งโพธิธรรม. การศึกษาการใช้และประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

[12] มนัส วัฒนธรรม. การประหยัดพลังงานในโรงงานทอผ้า. การประชุมใหญ่ทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โปรเฟสชั่นแนล, 2524.

[13] ไมตรี สุวรรณนัจศิริ. การประหยัดพลังงานในบริษัทไทยบริดสโตน จำกัด. การประชุมใหญ่ทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โปรเฟสชั่นแนล, 2524.

[14] สิงหา เจียมศิริ. บทบาทของวิศวกรรมอุตสาหการในการจัดการพลังงาน. การประชุมใหญ่ทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โปรเฟสชั่นแนล, 2524.

[15] สุพงศ์ ชยุตสาหกิจ. ประสบการณ์การประหยัดพลังงานในโรงงาน. การประชุมใหญ่ทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โปรเฟสชั่นแนล, 2524.

[16] โสวัตร สวงรัมย์. การประหยัดพลังงานในโรงกลั่นน้ำมันบางจาก. การประชุมใหญ่ทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โปรเฟสชั่นแนล, 2524.

[17] ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์. เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.

[18] กิตติศักดิ์ ตุ้นสกุล. การวิเคราะห์เพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารประเภทโรงพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

[19] คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, สำนักงาน. การแก้ไขตัวประกอบกำลังไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร: กองทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, (ม.ป.ป.).

[20] ศิริพรรณ ธงชัย. การอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ[สไลด์]. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[21] กฎกระทรวงออกตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535. กำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม, 2535.

[22] กระทรวงพลังงาน. เครื่องปรับอากาศ[ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.eppo.go.th/encon [2006, June 15]

[23] กองอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, สำนักงาน. การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า. กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, (ม.ป.ป.).

[24] U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy. Improving Compressed Air System Performance. Vienna, VA: Resource dynamics, 2003.

[25] โมะโตะกิ มัทซึโอะ. เทคนิคการประหยัดพลังงานภาคไฟฟ้า สำหรับหัวหน้างานและวิศวกร. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: สีทองพิศาลการพิมพ์, 2525.

[26] คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, สำนักงาน. การอนุรักษ์พลังงานในระบบอัดอากาศ. กรุงเทพมหานคร: กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. (ม.ป.ป.)

[27] พิชัย อัษฎมงคล และศิริพรรณ ธงชัย. ตัวอย่างการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม [สไลด์]. โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมโดยโรงงานควบคุม ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย, 2548.

[28] กระทรวงพลังงาน. EXECUTIVE SUMMARY_BALLASTS. ENVIRONMENTAL RESOURCES MANAGEMENT[ONLINE]. แหล่งที่มา: http://www.eppo.go.th./encon/encon-EFSRS-T.html[2006,June5]

[29] บัณฑิต โรจน์อารยานนท์. การวินิจฉัยความร้อนด้วยตนเอง. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2522.

[30] พร้อมพันธ์ สิงแก้ว. การศึกษาการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในเตาหลอมทองแดง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

[31] โยชิฮิโกะ ทาคามูระ. เทคนิคการประหยัดพลังงานความร้อน. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ภาพพิมพ์, 2527.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

สรุปการใช้พลังงาน และผลผลิต

ปี 2544 – 2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 การใช้พลังงาน และผลผลิต ปี 2544

ข้อมูลการใช้พลังงานรวม ปี 2544														
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	4,292,874	4,283,518	4,608,368	3,792,503	4,549,794	3,910,759	3,870,628	3,201,435	2,749,729	3,266,774	3,807,507	3,477,215	45,811,104	3,817,592
ELECTRICITY : KWHR	483,600	493,320	527,840	474,720	506,440	408,360	524,760	327,240	253,080	365,040	486,560	449,600	5,300,560	441,713
: KWHR/UNIT	0.113	0.115	0.115	0.125	0.111	0.104	0.136	0.102	0.092	0.112	0.128	0.129	1.382	0.116
: (x 3.6) MJ	1,740,960	1,775,952	1,900,224	1,708,992	1,823,184	1,470,096	1,889,136	1,178,064	911,088	1,314,144	1,751,616	1,618,560	19,082,016	1,590,168
: MJ/UNIT	0.406	0.415	0.412	0.451	0.401	0.376	0.488	0.368	0.331	0.402	0.460	0.465	4.975	0.417
LPG : K.G.	20,389	19,856	21,493	15,859	21,886	20,034	14,360	16,720	15,630	15,650	15,470	13,890	211,237	17,603
: K.G/UNIT	0.00475	0.00464	0.00466	0.00418	0.00481	0.00512	0.00371	0.00522	0.00568	0.00479	0.00406	0.00399	0.05563	0.00461
: (X 50.22) MJ	1,023,936	997,168	1,079,378	796,439	1,099,115	1,006,107	721,159	839,678	784,939	785,943	776,903	697,556	10,608,322	884,027
: MJ/UNIT	0.239	0.233	0.234	0.210	0.242	0.257	0.186	0.262	0.285	0.241	0.204	0.201	2.794	0.232
DIESEL OIL : LITRE	1,998	1,672	1,827	1,631	1,351	1,940	1,889	1,809	1,520	1,809	1,407	1,559	20,412	1,701
: LITRE/UNIT	0.00047	0.00039	0.00040	0.00043	0.00030	0.00050	0.00049	0.00057	0.00055	0.00055	0.00037	0.00045	0.00545	0.00045
: (X 36.42) MJ	72,767	60,894	66,539	59,401	49,203	70,655	68,797	65,884	55,358	65,884	51,243	56,779	743,405	61,950
: MJ/UNIT	0.017	0.014	0.014	0.016	0.011	0.018	0.018	0.021	0.020	0.020	0.013	0.016	0.199	0.016
TOTAL ENERGY: MJ	2,837,663	2,834,015	3,046,142	2,564,832	2,971,502	2,546,858	2,679,093	2,083,626	1,751,385	2,165,971	2,579,762	2,372,895	30,433,743	2,536,145
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.661	0.662	0.661	0.676	0.653	0.651	0.692	0.651	0.637	0.663	0.678	0.682	7.967	0.664

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 การใช้พลังงาน และผลผลิต ปี 2544(ต่อ)

แผนกแผงวงจรอิเลคทรอนิกส์ (PSU)														
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	965,899	805,583	657,378	524,640	529,329	500,453	634,462	753,768	646,626	628,168	569,281	422,816	7,638,403	636,534
ELECTRICITY : KWHR	183,900	183,900	187,800	187,200	183,600	189,900	209,400	217,800	215,400	233,700	175,410	147,000	2,315,010	192,918
: KWHR/UNIT	0.190	0.228	0.286	0.357	0.347	0.379	0.330	0.289	0.333	0.372	0.308	0.348	3.767	0.303
: (x 3.6) MJ	662,040	662,040	676,080	673,920	660,960	683,640	753,840	784,080	775,440	841,320	631,476	529,200	8,334,036	694,503
: MJ/UNIT	0.685	0.822	1.028	1.285	1.249	1.366	1.188	1.040	1.199	1.339	1.109	1.252	13.563	1.130
TOTAL ENERGY: MJ	662,040	662,040	676,080	673,920	660,960	683,640	753,840	784,080	775,440	841,320	631,476	529,200	8,334,036	694,503
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.685	0.822	1.028	1.285	1.249	1.366	1.188	1.040	1.199	1.339	1.109	1.252	13.563	1.091

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 การใช้พลังงาน และผลผลิต ปี 2544 (ต่อ)

แผนกหม้อแปลงไฟฟ้า(ERL)														
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	2,972,789	3,078,683	2,979,695	2,164,668	2,773,197	2,426,019	2,095,754	2,079,115	1,953,841	1,801,577	1,838,297	1,693,372	27,857,007	2,321,417
ELECTRICITY : KWHR	388,180	456,300	497,920	462,360	453,840	454,100	445,040	444,400	392,440	413,260	392,870	349,800	5,150,510	429,209
: KWHR/UNIT	0.131	0.148	0.167	0.214	0.164	0.187	0.212	0.214	0.201	0.229	0.214	0.207	2.287	0.185
: (x 3.6) MJ	1,397,448	1,642,680	1,792,512	1,664,496	1,633,824	1,634,760	1,602,144	1,599,840	1,412,784	1,487,736	1,414,332	1,259,280	18,541,836	1,545,153
: MJ/UNIT	0.470	0.534	0.602	0.769	0.589	0.674	0.764	0.769	0.723	0.826	0.769	0.744	8.233	0.686
LPG : K.G.	15,560	20,864	26,806	25,259	21,900	23,591	21,830	15,301	15,606	17,196	15,195	20,339	239,447	19,954
: K.G/UNIT	0.00523	0.00678	0.00900	0.01167	0.00790	0.00972	0.01042	0.00736	0.00799	0.00954	0.00827	0.01201	0.10588	0.00860
: (X 50.22) MJ	781,423	1,047,790	1,346,197	1,268,507	1,099,818	1,184,740	1,096,303	768,416	783,733	863,583	763,093	1,021,425	12,025,028	1,002,086
: MJ/UNIT	0.263	0.340	0.452	0.586	0.397	0.488	0.523	0.370	0.401	0.479	0.415	0.603	5.317	0.443
DIESEL OIL : LITRE	1,998	1,672	1,827	1,631	1,351	1,940	1,889	1,809	1,520	1,809	1,407	1,559	20,412	1,701
: LITRE/UNIT	0.00067	0.00054	0.00061	0.00075	0.00049	0.00080	0.00090	0.00087	0.00078	0.00100	0.00077	0.00092	0.00911	0.00073
: (X 36.42) MJ	72,767	60,894	66,539	59,401	49,203	70,655	68,797	65,884	55,358	65,884	51,243	56,779	743,405	61,950
: MJ/UNIT	0.024	0.020	0.022	0.027	0.018	0.029	0.033	0.032	0.028	0.037	0.028	0.034	0.332	0.028
TOTAL ENERGY: MJ	2,251,638	2,751,364	3,205,249	2,992,404	2,782,845	2,890,155	2,767,244	2,434,140	2,251,876	2,417,203	2,228,668	2,337,483	31,310,269	2,609,189
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.757	0.894	1.076	1.382	1.003	1.191	1.320	1.171	1.153	1.342	1.212	1.380	13.882	1.124

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-2 สรุปผลผลิต และการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2544

เดือน ปี 2544	ผลผลิตทั้งหมด (UNIT)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (KWHR)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อ ปริมาณผลผลิตทั้งหมด (KWHR / UNIT)
มกราคม	4,292,874	483,600	0.113
กุมภาพันธ์	4,283,518	493,320	0.115
มีนาคม	4,608,368	527,840	0.115
เมษายน	3,792,503	474,720	0.125
พฤษภาคม	4,549,794	506,440	0.111
มิถุนายน	3,910,759	408,360	0.104
กรกฎาคม	3,870,628	524,760	0.136
สิงหาคม	3,201,435	327,240	0.102
กันยายน	2,749,729	253,080	0.092
ตุลาคม	3,266,774	365,040	0.112
พฤศจิกายน	3,807,507	486,560	0.128
ธันวาคม	3,477,215	449,600	0.129
ผลรวม	45,811,104	5,300,560	ค่าเฉลี่ย = 0.115

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-3 สรุปผลผลิตแผนก ERL และการใช้พลังงานความร้อน(LPG) ปี 2544

เดือน ปี 2544	ผลผลิตแผนก ERL (UNIT)	ปริมาณการใช้ พลังงานความร้อน LPG (MJ)	อัตราการใช้พลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิตแผนก ERL (MJ / UNIT)
มกราคม	2,972,789	781,423	0.263
กุมภาพันธ์	3,078,683	1,047,790	0.340
มีนาคม	2,979,695	1,346,197	0.452
เมษายน	2,164,668	1,268,507	0.586
พฤษภาคม	2,773,197	1,099,818	0.397
มิถุนายน	2,426,019	1,184,740	0.488
กรกฎาคม	2,095,754	1,096,303	0.523
สิงหาคม	2,079,115	768,416	0.370
กันยายน	1,953,841	783,733	0.401
ตุลาคม	1,801,577	863,583	0.479
พฤศจิกายน	1,838,297	763,093	0.415
ธันวาคม	1,693,372	1,021,425	0.603
ผลรวม	27,857,007	12,025,028	ค่าเฉลี่ย = 0.443

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-4 การใช้พลังงาน และผลผลิต ปี 2545

ข้อมูลการใช้พลังงานรวม ปี 2545														
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	3,917,544	4,651,492	4,821,209	4,868,005	4,805,734	4,733,172	4,875,917	5,146,732	4,619,290	4,481,321	2,705,231	2,790,524	52,416,171	4,368,014
ELECTRICITY : KWHR	449,600	548,560	552,280	638,000	626,000	624,320	668,480	726,400	674,360	709,360	604,400	574,660	7,396,420	616,368
: KWHR/UNIT	0.115	0.118	0.115	0.131	0.130	0.132	0.137	0.141	0.146	0.158	0.223	0.206	1.752	0.141
: (x 3.6) MJ	1,618,560	1,974,816	1,988,208	2,296,800	2,253,600	2,247,552	2,406,528	2,615,040	2,427,696	2,553,696	2,175,840	2,068,776	26,627,112	2,218,926
: MJ/UNIT	0.413	0.425	0.412	0.472	0.469	0.475	0.494	0.508	0.526	0.570	0.804	0.741	6.308	0.508
LPG : K.G.	17,690	20,340	21,920	18,520	18,430	17,730	17,190	17,200	14,440	11,440	11,260	10,900	197,060	16,422
: K.G/UNIT	0.00452	0.00437	0.00455	0.00380	0.00384	0.00375	0.00353	0.00334	0.00313	0.00255	0.00416	0.00391	0.04543	0.00376
: (X 50.22) MJ	888,392	1,021,475	1,100,822	930,074	925,555	890,401	863,282	863,784	725,177	574,517	565,477	547,398	9,896,353	824,696
: MJ/UNIT	0.227	0.220	0.228	0.191	0.193	0.188	0.177	0.168	0.157	0.128	0.209	0.196	2.282	0.189
DIESEL OIL : LITRE	1,465	1,730	1,525	1,455	1,510	1,675	1,525	1,615	1,399	1,542	1,471	1,408	18,320	1,527
: LITRE/UNIT	0.00037	0.00037	0.00032	0.00030	0.00031	0.00035	0.00031	0.00031	0.00030	0.00034	0.00054	0.00050	0.00435	0.00035
: (X 36.42) MJ	53,355	63,007	55,541	52,991	54,994	61,004	55,541	58,818	50,952	56,160	53,574	51,279	667,214	55,601
: MJ/UNIT	0.014	0.014	0.012	0.011	0.011	0.013	0.011	0.011	0.011	0.013	0.020	0.018	0.158	0.013
TOTAL ENERGY: MJ	2,560,307	3,059,297	3,144,571	3,279,866	3,234,149	3,198,956	3,325,350	3,537,642	3,203,824	3,184,372	2,794,891	2,667,453	37,190,680	3,099,223
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.654	0.658	0.652	0.674	0.673	0.676	0.682	0.687	0.694	0.711	1.033	0.956	8.749	0.710

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-4 การใช้พลังงาน และผลผลิต ปี 2545(ต่อ)

แผนกแผงวงจรอิเลคทรอนิกส์ (PSU)														
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	532,457	450,291	445,904	411,497	508,418	493,269	523,699	578,425	671,252	629,909	591,411	539,067	6,375,599	531,300
ELECTRICITY : KWHR	183,900	183,900	187,800	187,200	183,600	189,900	209,400	217,800	215,400	233,700	175,410	147,000	2,315,010	192,918
: KWHR/UNIT	0.345	0.408	0.421	0.455	0.361	0.385	0.400	0.377	0.321	0.371	0.297	0.273	4.414	0.363
: (x 3.6) MJ	662,040	662,040	676,080	673,920	660,960	683,640	753,840	784,080	775,440	841,320	631,476	529,200	8,334,036	694,503
: MJ/UNIT	1.243	1.470	1.516	1.638	1.300	1.386	1.439	1.356	1.155	1.336	1.068	0.982	15.889	1.307
TOTAL ENERGY: MJ	662,040	662,040	676,080	673,920	660,960	683,640	753,840	784,080	775,440	841,320	631,476	529,200	8,334,036	694,503
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	1.243	1.470	1.516	1.638	1.300	1.386	1.439	1.356	1.155	1.336	1.068	0.982	15.889	1.307

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-4 การใช้พลังงาน และผลผลิต ปี 2545(ต่อ)

แผนกหม้อแปลงไฟฟ้า(ERL)														
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	1,948,716	2,218,476	2,513,828	2,534,323	2,863,188	2,923,613	2,802,447	2,922,534	2,745,748	2,402,304	2,166,641	1,885,010	29,926,828	2,493,902
ELECTRICITY : KWHR	388,180	456,300	497,920	462,360	453,840	454,100	445,040	444,400	392,440	413,260	392,870	349,800	5,150,510	429,209
: KWHR/UNIT	0.199	0.206	0.198	0.182	0.159	0.155	0.159	0.152	0.143	0.172	0.181	0.186	2.092	0.172
: (x 3.6) MJ	1,397,448	1,642,680	1,792,512	1,664,496	1,633,824	1,634,760	1,602,144	1,599,840	1,412,784	1,487,736	1,414,332	1,259,280	18,541,836	1,545,153
: MJ/UNIT	0.717	0.740	0.713	0.657	0.571	0.559	0.572	0.547	0.515	0.619	0.653	0.668	7.531	0.620
LPG : K.G.	15,560	20,864	26,806	25,259	21,900	23,591	21,830	15,301	15,606	17,196	15,195	20,339	239,447	19,954
: K.G/UNIT	0.00798	0.00940	0.01066	0.00997	0.00765	0.00807	0.00779	0.00524	0.00568	0.00716	0.00701	0.01079	0.09741	0.00800
: (X 50.22) MJ	781,423	1,047,790	1,346,197	1,268,507	1,099,818	1,184,740	1,096,303	768,416	783,733	863,583	763,093	1,021,425	12,025,028	1,002,086
: MJ/UNIT	0.401	0.472	0.536	0.501	0.384	0.405	0.391	0.263	0.285	0.359	0.352	0.542	4.892	0.402
DIESEL OIL : LITRE	1,998	1,672	1,827	1,631	1,351	1,940	1,889	1,809	1,520	1,809	1,407	1,559	20,412	1,701
: LITRE/UNIT	0.00103	0.00075	0.00073	0.00064	0.00047	0.00066	0.00067	0.00062	0.00055	0.00075	0.00065	0.00083	0.00836	0.00068
: (X 36.42) MJ	72,767	60,894	66,539	59,401	49,203	70,655	68,797	65,884	55,358	65,884	51,243	56,779	743,405	61,950
: MJ/UNIT	0.037	0.027	0.026	0.023	0.017	0.024	0.025	0.023	0.020	0.027	0.024	0.030	0.305	0.025
TOTAL ENERGY: MJ	2,251,638	2,751,364	3,205,249	2,992,404	2,782,845	2,890,155	2,767,244	2,434,140	2,251,876	2,417,203	2,228,668	2,337,483	31,310,269	2,609,189
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	1.155	1.240	1.275	1.181	0.972	0.989	0.987	0.833	0.820	1.006	1.029	1.240	12.727	1.046

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

ตารางที่ ก-5 สรุปผลผลิต และการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2545

เดือน ปี 2545	ผลผลิตทั้งหมด (UNIT)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (KWHR)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อ ปริมาณผลผลิตทั้งหมด (KWHR / UNIT)
มกราคม	3,917,544	449,600	0.115
กุมภาพันธ์	4,651,492	548,560	0.118
มีนาคม	4,821,209	552,280	0.115
เมษายน	4,868,005	638,000	0.131
พฤษภาคม	4,805,734	626,000	0.130
มิถุนายน	4,733,172	624,320	0.132
กรกฎาคม	4,875,917	668,480	0.137
สิงหาคม	5,146,732	726,400	0.141
กันยายน	4,619,290	674,360	0.146
ตุลาคม	4,481,321	709,360	0.158
พฤศจิกายน	2,705,231	604,400	0.223
ธันวาคม	2,790,524	574,660	0.206
ผลรวม	52,416,171	7,396,420	ค่าเฉลี่ย = 0.146

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-6 สรุปผลผลิตแผนก PRD-1 (ERL) และการใช้พลังงานความร้อน(LPG) ปี 2545

เดือน ปี 2545	ผลผลิตแผนก ERL (UNIT)	ปริมาณการใช้ พลังงานความร้อน LPG (MJ)	อัตราการใช้พลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิตแผนก ERL (MJ / UNIT)
มกราคม	1,948,716	781,423	0.401
กุมภาพันธ์	2,218,476	1,047,790	0.472
มีนาคม	2,513,828	1,346,197	0.536
เมษายน	2,534,323	1,268,507	0.501
พฤษภาคม	2,863,188	1,099,818	0.384
มิถุนายน	2,923,613	1,184,740	0.405
กรกฎาคม	2,802,447	1,096,303	0.391
สิงหาคม	2,922,534	768,416	0.263
กันยายน	2,745,748	783,733	0.285
ตุลาคม	2,402,304	863,583	0.359
พฤศจิกายน	2,166,641	763,093	0.352
ธันวาคม	1,885,010	1,021,425	0.542
ผลรวม	29,926,828	12,025,028	ค่าเฉลี่ย = 0.408

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-7 การใช้พลังงาน และผลผลิต ปี 2546

ข้อมูลการใช้พลังงานรวม ปี 2546														
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	2,860,477	3,048,040	3,044,004	2,706,158	2,507,643	2,890,212	3,067,130	3,025,087	3,063,191	2,938,831	2,705,231	2,790,524	34,646,528	2,887,211
ELECTRICITY : KWHR	572,080	640,200	685,720	649,560	637,440	644,000	654,440	662,200	607,840	646,960	568,280	496,800	7,465,520	622,127
: KWHR/UNIT	0.200	0.210	0.225	0.240	0.254	0.223	0.213	0.219	0.198	0.220	0.210	0.178	2.591	0.215
: (x 3.6) MJ	2,059,488	2,304,720	2,468,592	2,338,416	2,294,784	2,318,400	2,355,984	2,383,920	2,188,224	2,329,056	2,045,808	1,788,480	26,875,872	2,239,656
: MJ/UNIT	0.720	0.756	0.811	0.864	0.915	0.802	0.768	0.788	0.714	0.793	0.756	0.641	9.329	0.776
: BAHT	NR	NR	NR	1,744,367.00	1,748,754.00	1,775,312.00	1,765,526.00	1,791,518.00	1,633,554.00	1,747,946.00	1,546,030.00	1,396,671.00	15,149,678	1,683,298
: BAHT/UNIT	NR	NR	NR	0.645	0.697	0.614	0.576	0.592	0.533	0.595	0.571	0.501	5.324	0.437
LPG : K.G.	15,560	20,864	26,806	25,259	21,900	23,591	21,830	15,301	15,606	17,196	15,195	20,339	239,447	19,954
: K.G./UNIT	0.00544	0.00685	0.00881	0.00933	0.00873	0.00816	0.00712	0.00506	0.00509	0.00585	0.00562	0.00729	0.08335	0.00691
: (X 50.22) MJ	781,423	1,047,790	1,346,197	1,268,507	1,099,818	1,184,740	1,096,303	768,416	783,733	863,583	763,093	1,021,425	12,025,028	1,002,086
: MJ/UNIT	0.273	0.344	0.442	0.469	0.439	0.410	0.357	0.254	0.256	0.294	0.282	0.366	4.186	0.347
: BAHT	NR	NR	NR	327,104	283,605	305,503	282,699	198,148	202,098	222,688	196,788	282,305	2,300,938	255,660
: BAHT/UNIT	NR	NR	NR	0.121	0.113	0.106	0.092	0.066	0.066	0.076	0.073	0.101	0.813	0.090
DIESEL OIL : LITRE	1,998	1,672	1,827	1,631	1,351	1,940	1,889	1,809	1,520	1,809	1,407	1,559	20,412	1,701
: LITRE/UNIT	0.00070	0.00055	0.00060	0.00060	0.00054	0.00067	0.00062	0.00060	0.00050	0.00062	0.00052	0.00056	0.00706	0.00059
: (X 36.42) MJ	72,767	60,894	66,539	59,401	49,203	70,655	68,797	65,884	55,358	65,884	51,243	56,779	743,405	61,950
: MJ/UNIT	0.025	0.020	0.022	0.022	0.020	0.024	0.022	0.022	0.018	0.022	0.019	0.020	0.257	0.021
: BAHT	NR	NR	NR	26,890	23,144	24,735	24,387	24,440	20,611	24,440	19,149	21,810	209,606	23,289.556
: BAHT/UNIT	NR	NR	NR	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.008	0.007	0.008	0.074	0.008
TOTAL ENERGY: MJ	2,913,678	3,413,404	3,881,329	3,666,324	3,443,805	3,573,795	3,521,084	3,218,220	3,027,316	3,258,523	2,860,144	2,866,683	39,644,305	3,303,692
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	1.019	1.120	1.275	1.355	1.373	1.237	1.148	1.064	0.988	1.109	1.057	1.027	13.772	1.144
TOTAL COST : BAHT	NR	NR	NR	2,098,361	2,055,503	2,105,550	2,072,612	2,014,106	1,856,263	1,995,074	1,761,967	1,700,786	17,660,222	1,962,247
TOTAL ENERGY COST:BAHT/UNIT	NR	NR	NR	0.775	0.820	0.729	0.676	0.666	0.606	0.679	0.651	0.609	6.211	0.690

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง หมายเหตุ : NR = NO RECORD

ตารางที่ ก-7 การใช้พลังงาน และผลผลิต ปี 2546(ต่อ)

แผนกแผงวงจรอิเลคทรอนิกส์ (PSU)														
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	525,581	639,241	678,868	581,008	512,765	592,876	612,809	631,727	670,188	663,473	596,536	599,147	7,304,219	608,685
ELECTRICITY : KWHR	183,900	183,900	187,800	187,200	183,600	189,900	209,400	217,800	215,400	233,700	175,410	147,000	2,315,010	192,918
: KWHR/UNIT	0.350	0.288	0.277	0.322	0.358	0.320	0.342	0.345	0.321	0.352	0.294	0.245	3.814	0.317
: (x 3.6) MJ	662,040	662,040	676,080	673,920	660,960	683,640	753,840	784,080	775,440	841,320	631,476	529,200	8,334,036	694,503
: MJ/UNIT	1.260	1.036	0.996	1.160	1.289	1.153	1.230	1.241	1.157	1.268	1.059	0.883	13.731	1.141
TOTAL ENERGY: MJ	662,040	662,040	676,080	673,920	660,960	683,640	753,840	784,080	775,440	841,320	631,476	529,200	8,334,036	694,503
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	1.260	1.036	0.996	1.160	1.289	1.153	1.230	1.241	1.157	1.268	1.059	0.883	13.731	1.141

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-7 การใช้พลังงาน และผลผลิต ปี 2546(ต่อ)

แผนกหม้อแปลงไฟฟ้า(ERL)														
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	2,334,896	2,408,799	2,365,136	2,125,150	1,994,878	2,297,336	2,454,321	2,393,360	2,393,003	2,275,358	2,108,695	2,191,377	27,342,309	2,278,526
ELECTRICITY : KWHR	388,180	456,300	497,920	462,360	453,840	454,100	445,040	444,400	392,440	413,260	392,870	349,800	5,150,510	429,209
: KWHR/UNIT	0.166	0.189	0.211	0.218	0.228	0.198	0.181	0.186	0.164	0.182	0.186	0.160	2.268	0.188
: (x 3.6) MJ	1,397,448	1,642,680	1,792,512	1,664,496	1,633,824	1,634,760	1,602,144	1,599,840	1,412,784	1,487,736	1,414,332	1,259,280	18,541,836	1,545,153
: MJ/UNIT	0.599	0.682	0.758	0.783	0.819	0.712	0.653	0.668	0.590	0.654	0.671	0.575	8.163	0.678
LPG : K.G.	15,560	20,864	26,806	25,259	21,900	23,591	21,830	15,301	15,606	17,196	15,195	20,339	239,447	19,954
: K.G./UNIT	0.00666	0.00866	0.01133	0.01189	0.01098	0.01027	0.00889	0.00639	0.00652	0.00756	0.00721	0.00928	0.10565	0.00876
: (X 50.22) MJ	781,423	1,047,790	1,346,197	1,268,507	1,099,818	1,184,740	1,096,303	768,416	783,733	863,583	763,093	1,021,425	12,025,028	1,002,086
: MJ/UNIT	0.335	0.435	0.569	0.597	0.551	0.516	0.447	0.321	0.328	0.380	0.362	0.466	5.306	0.440
DIESEL OIL : LITRE	1,998	1,672	1,827	1,631	1,351	1,940	1,889	1,809	1,520	1,809	1,407	1,559	20,412	1,701
: LITRE/UNIT	0.00086	0.00069	0.00077	0.00077	0.00068	0.00084	0.00077	0.00076	0.00064	0.00080	0.00067	0.00071	0.00895	0.00075
: (X 36.42) MJ	72,767	60,894	66,539	59,401	49,203	70,655	68,797	65,884	55,358	65,884	51,243	56,779	743,405	61,950
: MJ/UNIT	0.031	0.025	0.028	0.028	0.025	0.031	0.028	0.028	0.023	0.029	0.024	0.026	0.326	0.027
TOTAL ENERGY: MJ	2,251,638	2,751,364	3,205,249	2,992,404	2,782,845	2,890,155	2,767,244	2,434,140	2,251,876	2,417,203	2,228,668	2,337,483	31,310,269	2,609,189
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.964	1.142	1.355	1.408	1.395	1.258	1.127	1.017	0.941	1.062	1.057	1.067	13.794	1.145

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-8 สรุปผลผลิต และการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2546

เดือน ปี 2546	ผลผลิตทั้งหมด (UNIT)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (KWHR)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อ ปริมาณผลผลิตทั้งหมด (KWHR / UNIT)
มกราคม	2,860,477	572,080	0.200
กุมภาพันธ์	3,048,040	640,200	0.210
มีนาคม	3,044,004	685,720	0.225
เมษายน	2,706,158	649,560	0.240
พฤษภาคม	2,507,643	637,440	0.254
มิถุนายน	2,890,212	644,000	0.223
กรกฎาคม	3,067,130	654,440	0.213
สิงหาคม	3,025,087	662,200	0.219
กันยายน	3,063,191	607,840	0.198
ตุลาคม	2,938,831	646,960	0.220
พฤศจิกายน	2,705,231	568,280	0.210
ธันวาคม	2,790,524	496,800	0.178
ผลรวม	34,646,528	7,465,520	ค่าเฉลี่ย = 0.217

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-9 สรุปผลผลิตแผนก PRD-1 (ERL) และการใช้พลังงานความร้อน(LPG) ปี 2546

เดือน ปี 2546	ผลผลิตแผนก ERL (UNIT)	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน LPG (MJ)	อัตราการใช้พลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิตแผนก ERL (MJ / UNIT)
มกราคม	2,334,896	781,423	0.335
กุมภาพันธ์	2,408,799	1,047,790	0.435
มีนาคม	2,365,136	1,346,197	0.569
เมษายน	2,125,150	1,268,507	0.597
พฤษภาคม	1,994,878	1,099,818	0.551
มิถุนายน	2,297,336	1,184,740	0.516
กรกฎาคม	2,454,321	1,096,303	0.447
สิงหาคม	2,393,360	768,416	0.321
กันยายน	2,393,003	783,733	0.328
ตุลาคม	2,275,358	863,583	0.380
พฤศจิกายน	2,108,695	763,093	0.362
ธันวาคม	2,191,377	1,021,425	0.466
ผลรวม	27,342,309	12,025,028	ค่าเฉลี่ย = 0.442

ตารางที่ ก-10 การแปลงหน่วยทางความร้อน

เชื้อเพลิง	หน่วย	ค่าความร้อน (MJ)
ไฟฟ้า	1 KWh.	3.60
น้ำมันเตา	1 Litre	39.7
น้ำมันดีเซล	1 Litre	36.42
น้ำมันเบนซิน	1 Litre	31.48
น้ำมันก๊าด	1 Litre	37.45
LPG	1 Kg.	50.22
ก๊าซธรรมชาติ	ล้านบีทียู	1055

ที่มา : กระทรวงพลังงาน

ภาคผนวก ข.

การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงาน และสมรรถภาพพลังงานของโรงงาน

ปี 2547 – ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย ปี 2547

ข้อมูลการใช้พลังงานรวม ปี 2547														
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	3,162,567	3,220,677	3,422,600	3,065,680	3,161,493	3,359,374	3,532,165	3,668,737	3,685,775	3,719,905	3,035,798	3,001,874	40,036,645	3,336,387
ELECTRICITY : KWHR	577,320	584,320	660,400	639,600	638,960	676,320	716,360	710,920	763,120	745,240	654,200	575,680	7,942,440	661,870
: KWHR/UNIT	0.183	0.181	0.193	0.209	0.202	0.201	0.203	0.194	0.207	0.200	0.215	0.192	2.380	0.198
: (x 3.6) MJ	2,078,352	2,103,552	2,377,440	2,302,560	2,300,256	2,434,752	2,578,896	2,559,312	2,747,232	2,682,864	2,355,120	2,072,448	28,592,784	2,382,732
: MJ/UNIT	0.657	0.653	0.695	0.751	0.728	0.725	0.730	0.698	0.745	0.721	0.776	0.690	8.569	0.714
: BAHT	1,582,561.53	1,673,875.59	1,870,464.22	1,856,166.19	1,811,161.00	1,896,373.23	2,000,776.00	2,009,756.85	2,128,879.56	2,132,617.65	1,920,228.42	1,679,167.83	22,562,028	1,880,169
: BAHT/UNIT	0.500	0.520	0.547	0.605	0.573	0.565	0.566	0.548	0.578	0.573	0.633	0.559	6.767	0.564
LPG : K.G.	23,178	24,084	27,277	26,146	25,349	25,285	20,040	18,304	13,906	12,802	15,309	19,336	251,016	20,918
: K.G/UNIT	0.00733	0.00748	0.00797	0.00853	0.00802	0.00753	0.00567	0.00499	0.00377	0.00344	0.00504	0.00644	0.07621	0.00627
: (X 50.22) MJ	1,163,999	1,209,498	1,369,851	1,313,052	1,273,027	1,269,813	1,006,409	919,227	698,359	642,929	768,818	971,054	12,606,036	1,050,503
: MJ/UNIT	0.368	0.376	0.400	0.428	0.403	0.378	0.285	0.251	0.189	0.173	0.253	0.323	3.82732	0.31486
: BAHT	321,725	334,286	378,605	362,920	351,844	374,738	296,999	271,265	206,087	189,729	226,879	286,560	3,601,637	300,136
: BAHT/UNIT	0.102	0.104	0.111	0.118	0.111	0.112	0.084	0.074	0.056	0.051	0.075	0.095	1.093	0.090
DIESEL OIL : LITRE	2,102	1,899	2,086	1,787	1,878	1,942	2,076	2,455	2,357	2,348	1,747	1,800	24,477	2,040
: LITRE/UNIT	0.00066	0.00059	0.00061	0.00058	0.00059	0.00058	0.00059	0.00067	0.00064	0.00063	0.00058	0.00060	0.00732	0.00061
: (X 36.42) MJ	76,555	69,162	75,972	65,083	68,397	70,728	75,608	89,411	85,842	85,514	63,626	65,556	891,452	74,288
: MJ/UNIT	0.024	0.021	0.022	0.021	0.022	0.021	0.021	0.024	0.023	0.023	0.021	0.022	0.267	0.022
: BAHT	30,584	27,706	30,435	26,072	27,400	28,334	30,289	35,818	34,389	34,257	25,489	25,445	356,218	29,685
: BAHT/UNIT	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.008	0.009	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.107	0.009
TOTAL ENERGY: MJ	3,318,906	3,382,212	3,823,263	3,680,695	3,641,680	3,775,292	3,660,913	3,567,950	3,531,433	3,411,307	3,187,564	3,109,058	42,090,272	3,507,523
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	1.049	1.050	1.117	1.201	1.152	1.124	1.036	0.973	0.958	0.917	1.050	1.036	12.663	1.051
TOTAL COST : BAHT	1,934,871	2,035,868	2,279,504	2,245,158	2,190,405	2,299,445	2,328,064	2,316,840	2,369,356	2,356,604	2,172,596	1,991,173	26,519,883	2,209,990
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	0.612	0.632	0.666	0.732	0.693	0.684	0.659	0.632	0.643	0.634	0.716	0.663	7.966	0.662

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

ตารางที่ ข-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย ปี 2547(ต่อ)

แผนกแผงวงจรอิเลคทรอนิกส์ (PSU)

DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	663,483	634,132	702,116	629,057	645,632	778,318	979,559	1,098,930	1,222,941	1,320,673	989,832	891,122	10,555,795	879,650
ELECTRICITY : KWHR	158,700	150,000	182,100	168,900	170,700	118,800	241,200	235,200	258,900	239,700	209,490	180,930	2,314,620	192,885
: KWHR/UNIT	0.239	0.237	0.259	0.268	0.264	0.153	0.246	0.214	0.212	0.181	0.212	0.203	2.689	0.219
: (x 3.6) MJ	571,320	540,000	655,560	608,040	614,520	427,680	868,320	846,720	932,040	862,920	754,164	651,348	8,332,632	694,386
: MJ/UNIT	0.861	0.852	0.934	0.967	0.952	0.549	0.886	0.770	0.762	0.653	0.762	0.731	9.680	0.789
: BAHT	435,032	429,698	515,766	490,160	483,857	333,110	673,666	664,906	722,255	685,938	614,902	527,744	6,577,034	548,086
: BAHT/UNIT	0.656	0.678	0.735	0.779	0.749	0.428	0.688	0.605	0.591	0.519	0.621	0.592	7.641	0.623
TOTAL ENERGY: MJ	571,320	540,000	655,560	608,040	614,520	427,680	868,320	846,720	932,040	862,920	754,164	651,348	8,332,632	694,386
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.861	0.852	0.934	0.967	0.952	0.549	0.886	0.770	0.762	0.653	0.762	0.731	9.680	0.789
TOTAL COST : BAHT	435,032	429,698	515,766	490,160	483,857	333,110	673,666	664,906	722,255	685,938	614,902	527,744	6,577,034	548,086
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	0.656	0.678	0.735	0.779	0.749	0.428	0.688	0.605	0.591	0.519	0.621	0.592	7.641	0.623

แผนกหลอดไฟนำแสงอิเลคตรอน

DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	176,000	160,000	176,000	160,000	672,000	168,000
ELECTRICITY : KWHR	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	26,684	24,258	26,684	24,258	101,884	25,471
: KWHR/UNIT	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.152	0.152	0.152	0.152	0.606	0.152
: (x 3.6) MJ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	96,062	87,329	96,062	87,329	366,782	91,696
: MJ/UNIT	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.546	0.546	0.546	0.546	2.183	0.546
: BAHT	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	74,440	69,418	78,324	70,757	292,939	73,235
: BAHT/UNIT	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.423	0.434	0.445	0.442	1.744	0.436
TOTAL ENERGY: MJ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	96,062	87,329	96,062	87,329	366,782.400	91,696
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.546	0.546	0.546	0.546	2.183	0.546
TOTAL COST : BAHT	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	74,440	69,418	78,324	70,757	292,939.000	73,235
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.423	0.434	0.445	0.442	1.744	0.436

หมายเหตุ : NO = NO OPEN

ตารางที่ ข-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย ปี 2547(ต่อ)

ตึก ENG. และ GA.

DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
MAN POWER (PERSON)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	1,984	1,915	1,883	5,782	1,927
ELECTRICITY : KWHR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	57,600	44,000	62,080	163,680	54,560
: KWHR/PERSON	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	29.032	22.977	32.969	84.977	28.309
: (x 3.6) MJ	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	207,360	158,400	223,488	589,248	196,416
: MJ/PERSON	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	104.516	82.715	118.687	305.919	101.911
: BAHT	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	164,831	129,150	181,078	475,059	158,353
: BAHT/PERSON	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	83.080	67.441	96.165	246.686	82.162
TOTAL ENERGY: MJ	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	207,360	158,400	223,488	589,248	196,416
ENERGY CONSUMPTION:MJ/PERSON	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	104.516	82.715	118.687	305.919	101.911
TOTAL COST : BAHT	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	164,831	129,150	181,078	475,059	158,353
TOTAL ENERGY COST: BAHT/PERSON	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	83.080	67.441	96.165	246.686	82.162

หมายเหตุ : NR = NO RECORD

บ่อบำบัดน้ำเสีย.

DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
UNIT (WATER) x 1,000 LITRE	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	2,064	2,048	2,071	6,183	2,061
ELECTRICITY : KWHR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	1,640	1,540	2,360	5,540	1,847
: KWHR/UNIT(WATER)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0.795	0.752	1.140	2.686	0.896
: (x 3.6) MJ	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	5,904	5,544	8,496	19,944	6,648
: MJ/UNIT(WATER)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	2.860	2.707	4.102	9.670	3.226
: BAHT	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	4,693	4,520	6,884	16,097	5,366
: BAHT/UNIT(WATER)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	2.274	2.207	3.324	7.805	2.603
TOTAL ENERGY: MJ	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	5,904	5,544	8,496	19,944	6,648
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	2.860	2.707	4.102	9.670	3.226
TOTAL COST : BAHT	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	4,693	4,520	6,884	16,097	5,366
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	2.274	2.207	3.324	7.805	2.603

หมายเหตุ : NR = NO RECORD

ตารางที่ ข-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่าย ปี 2547(ต่อ)

แผนกหม้อแปลงไฟฟ้า(ERL)

DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	2,499,084	2,586,545	2,720,484	2,436,623	2,515,861	2,581,056	2,552,606	2,569,807	2,462,834	2,399,232	2,045,966	2,110,752	29,480,850	2,456,738
ELECTRICITY : KWHR	418,530	434,410	478,300	470,700	468,260	468,420	475,160	475,720	477,536	422,042	372,486	306,052	5,267,616	438,968
: KWHR/UNIT	0.167	0.168	0.176	0.193	0.186	0.181	0.186	0.185	0.194	0.176	0.182	0.145	2.140	0.179
: (x 3.6) MJ	1,506,708	1,563,876	1,721,880	1,694,520	1,685,736	1,686,312	1,710,576	1,712,592	1,719,130	1,519,351	1,340,950	1,101,787	18,963,418	1,580,285
: MJ/UNIT	0.603	0.605	0.633	0.695	0.670	0.653	0.670	0.666	0.698	0.633	0.655	0.522	7.705	0.643
: BAHT	1,147,283.00	1,244,435.00	1,354,699.00	1,366,006.00	1,327,304.00	1,313,430.00	1,327,110.00	1,344,851.00	1,332,184.00	1,207,737.00	1,093,333.00	892,705.00	14,951,077	1,245,923
: BAHT/UNIT	0.459	0.481	0.498	0.561	0.528	0.509	0.520	0.523	0.541	0.503	0.534	0.423	6.080	0.507
LPG : K.G.	23,178	24,084	27,277	26,146	25,349	25,285	20,040	18,304	13,906	12,802	15,309	19,336	251,016	20,918
: K.G/UNIT	0.00927	0.00931	0.01003	0.01073	0.01008	0.00980	0.00785	0.00712	0.00565	0.00534	0.00748	0.00916	0.10181	0.00851
: (X 50.22) MJ	1,163,999	1,209,498	1,369,851	1,313,052	1,273,027	1,269,813	1,006,409	919,227	698,359	642,929	768,818	971,054	12,606,036	1,050,503
: MJ/UNIT	0.466	0.468	0.504	0.539	0.506	0.492	0.394	0.358	0.284	0.268	0.376	0.460	5.11310	0.42760
: BAHT	321,725	334,286	378,605	362,920	351,844	374,738	296,999	271,265	206,087	189,729	226,879	286,560	3,601,637	300,136
: BAHT/UNIT	0.129	0.129	0.139	0.149	0.140	0.145	0.116	0.106	0.084	0.079	0.111	0.136	1.462	0.122
DIESEL OIL : LITRE	2,102	1,899	2,086	1,787	1,878	1,942	2,076	2,455	2,357	2,348	1,747	1,800	24,477	2,040
: LITRE/UNIT	0.00084	0.00073	0.00077	0.00073	0.00075	0.00075	0.00081	0.00096	0.00096	0.00098	0.00085	0.00085	0.00999	0.00083
: (X 36.42) MJ	76,555	69,162	75,972	65,083	68,397	70,728	75,608	89,411	85,842	85,514	63,626	65,556	891,452	74,288
: MJ/UNIT	0.031	0.027	0.028	0.027	0.027	0.027	0.030	0.035	0.035	0.036	0.031	0.031	0.364	0.030
: BAHT	30,584	27,706	30,435	26,072	27,400	28,334	30,289	35,818	34,389	34,257	25,489	25,445	356,218	29,685
: BAHT/UNIT	0.012	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.012	0.014	0.014	0.014	0.012	0.012	0.145	0.012
TOTAL ENERGY: MJ	2,747,262	2,842,536	3,167,703	3,072,655	3,027,160	3,026,852	2,792,593	2,721,230	2,503,331	2,247,794	2,173,393	2,138,397	32,460,906	2,705,076
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	1.099	1.099	1.164	1.261	1.203	1.173	1.094	1.059	1.016	0.937	1.062	1.013	13.181	1.101
TOTAL COST : BAHT	1,499,592	1,606,427	1,763,739	1,754,998	1,706,548	1,716,502	1,654,398	1,651,934	1,572,660	1,431,723	1,345,701	1,204,710	18,908,932	1,575,744
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	0.600	0.621	0.648	0.720	0.678	0.665	0.648	0.643	0.639	0.597	0.658	0.571	7.688	0.641

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

ตารางที่ ข-2 สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้า ปี 2547

เดือน ปี 2547	ผลผลิตทั้งหมด (UNIT)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (KWHR)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (KW)	ค่าการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (BAHT)	ค่าไฟฟ้าทั้งหมด (BAHT)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า (BAHT/KWHR)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิต (BAHT/UNIT)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิต (KWHR/UNIT)
มกราคม	3,162,576	577,320	2,002	570,670	1,582,562	2.741	0.500	0.183
กุมภาพันธ์	3,220,677	584,320	2,009	572,665	1,673,876	2.865	0.520	0.181
มีนาคม	3,422,600	660,400	2,036	580,362	1,870,464	2.832	0.547	0.193
เมษายน	3,065,680	639,600	2,028	578,081	1,856,166	2.902	0.605	0.209
พฤษภาคม	3,161,493	638,960	2,026	577,511	1,811,161	2.835	0.573	0.202
มิถุนายน	3,359,374	676,320	2,080	592,904	1,896,373	2.804	0.565	0.201
กรกฎาคม	3,532,165	716,360	2,080	592,904	2,000,776	2.793	0.566	0.203
สิงหาคม	3,668,737	710,920	2,997	854,295	2,009,757	2.827	0.548	0.194
กันยายน	3,685,775	763,120	3,411	972,306	2,128,880	2.790	0.578	0.207
ตุลาคม	3,719,905	745,240	3,232	921,282	2,132,618	2.862	0.573	0.200
พฤศจิกายน	3,035,798	654,200	2,073	590,909	1,920,228	2.935	0.633	0.215
ธันวาคม	3,001,874	575,680	2,005	571,525	1,679,168	2.917	0.559	0.192
ผลรวม	40,036,654	7,942,440	27,979	7,975,414	22,562,029	ค่าเฉลี่ย = 2.842	ค่าเฉลี่ย = 0.564	ค่าเฉลี่ย = 0.198

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-3 สรุปผลผลิตแผนก PRD-1 (ERL) การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ปี 2547

เดือน ปี 2547	ผลผลิต ERL. (UNIT)	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน LPG (MJ)	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG (BAHT)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อปริมาณการใช้พลังงานความร้อน LPG (BAHT/MJ)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (BAHT/UNIT)	อัตราการใช้พลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (MJ/UNIT)
มกราคม	2,499,084	1,163,999	321,725	0.276	0.129	0.466
กุมภาพันธ์	2,586,545	1,209,498	334,286	0.276	0.129	0.468
มีนาคม	2,720,484	1,369,851	378,605	0.276	0.139	0.504
เมษายน	2,436,623	1,313,052	362,920	0.276	0.149	0.539
พฤษภาคม	2,515,861	1,273,027	351,844	0.276	0.140	0.506
มิถุนายน	2,581,056	1,269,813	374,738	0.295	0.145	0.492
กรกฎาคม	2,552,606	1,006,409	296,999	0.295	0.116	0.394
สิงหาคม	2,569,807	919,227	271,265	0.295	0.106	0.358
กันยายน	2,462,834	698,359	206,087	0.295	0.084	0.284
ตุลาคม	2,399,232	642,929	189,729	0.295	0.079	0.268
พฤศจิกายน	2,045,966	768,818	226,879	0.295	0.111	0.376
ธันวาคม	2,110,752	971,054	286,560	0.295	0.136	0.460
ผลรวม	29,480,850	12,606,036	3,601,637	ค่าเฉลี่ย = 0.287	ค่าเฉลี่ย = 0.122	ค่าเฉลี่ย = 0.426

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-4 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่ายช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

ข้อมูลการใช้พลังงานรวม 7 เดือนแรก ปี 2548									
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	3,202,742	3,140,852	3,706,423	3,234,948	3,237,924	2,431,971	2,014,887	20,969,747	2,995,678
ELECTRICITY : KWHR	629,520	666,240	748,360	748,120	812,200	773,720	689,115	5,067,275	723,896
: KWHR/UNIT	0.197	0.212	0.202	0.231	0.251	0.318	0.342	1.753	0.242
: (x 3.6) MJ	2,266,272	2,398,464	2,694,096	2,693,232	2,923,920	2,785,392	2,480,814	18,242,190	2,606,027
: MJ/UNIT	0.708	0.764	0.727	0.833	0.903	1.145	1.231	6.310	0.870
: BAHT	1,824,787	1,934,077	2,133,237	2,175,085	2,315,163	2,471,376	1,737,951	14,591,676	2,084,525
: BAHT/UNIT	0.570	0.616	0.576	0.672	0.715	1.016	0.863	5.027	0.696
LPG : K.G.	21,045	20,957	21,547	24,683	24,537	20,682	14,812	148,263	21,180
: K.G/UNIT	0.00657	0.00667	0.00581	0.00763	0.00758	0.00850	0.00735	0.05012	0.00707
: (X 50.22) MJ	1,056,880	1,052,461	1,082,090	1,239,580	1,232,248	1,038,650	743,859	7,445,768	1,063,681
: MJ/UNIT	0.330	0.335	0.292	0.383	0.381	0.427	0.369	2.517	0.355
: BAHT	292,105	290,883	299,081	342,600	340,574	287,066	205,577	2,057,886	293,984
: BAHT/UNIT	0.091	0.093	0.081	0.106	0.105	0.118	0.102	0.696	0.098
DIESEL OIL : LITRE	2,075	2,020	2,310	1,962	2,191	2,170	1,445	14,173	2,025
: LITRE/UNIT	0.00065	0.00064	0.00062	0.00061	0.00068	0.00089	0.00072	0.00481	0.00068
: (X 36.42) MJ	75,572	73,568	84,130	71,456	79,796	79,031	52,627	516,181	73,740
: MJ/UNIT	0.024	0.023	0.023	0.022	0.025	0.032	0.026	0.175	0.02462
: BAHT	30,274	29,674	37,399	35,689	39,854	42,098	32,643.00	247,631	35,376
: BAHT/UNIT	0.009	0.009	0.010	0.011	0.012	0.017	0.016	0.086	0.012
TOTAL ENERGY: MJ	3,398,723	3,524,493	3,860,317	4,004,268	4,235,964	3,903,073	3,277,300	26,204,139	3,743,448
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	1.061	1.122	1.042	1.238	1.308	1.605	1.627	9.002	1.250
TOTAL COST : BAHT	2,147,166	2,254,634	2,469,717	2,553,374	2,695,591	2,800,540	1,976,171	16,897,193	2,413,885
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	0.670	0.718	0.666	0.789	0.833	1.152	0.981	5.809	0.806
ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง									

ตารางที่ ข-4 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่ายช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548(ต่อ)

แผนกแผงวงจรอิเลคทรอนิกส์ (PSU)									
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	838,387	835,548	983,559	799,896	719,500	537,563	475,077	5,189,530	741,361
ELECTRICITY : KWHR	191,100	191,700	226,500	195,300	252,900	222,300	172,500	1,452,300	207,471
: KWHR/UNIT	0.228	0.229	0.230	0.244	0.351	0.414	0.363	2.060	0.280
: (x 3.6) MJ	687,960	690,120	815,400	703,080	910,440	800,280	621,000	5,228,280	746,897
: MJ/UNIT	0.821	0.826	0.829	0.879	1.265	1.489	1.307	7.416	1.007
: BAHT	553,941	556,499	645,649	567,815	720,887	710,059	435,046	4,189,896	598,557
: BAHT/UNIT	0.661	0.666	0.656	0.710	1.002	1.321	0.916	5.932	0.807
TOTAL ENERGY: MJ	687,960	690,120	815,400	703,080	910,440	800,280	621,000	5,228,280	746,897
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.821	0.826	0.829	0.879	1.265	1.489	1.307	7.416	1.007
TOTAL COST : BAHT	553,941	556,499	645,649	567,815	720,887	710,059	435,046	4,189,896	598,557
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	0.661	0.666	0.656	0.710	1.002	1.321	0.916	5.932	0.807

แผนกหลอดไฟนำแสงอิเลคตรอน									
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	72,000	15,138	28,160	25,000	34,000	16,000	20,000	210,298	30,043
ELECTRICITY : KWHR	15,082	15,082	19,434	15,134	13,758	15,134	13,192	106,816	15,259
: KWHR/UNIT	0.209	0.996	0.690	0.605	0.405	0.946	0.660	4.511	0.508
: (x 3.6) MJ	54,295	54,295	69,962	54,482	49,529	54,482	47,491	384,538	54,934
: MJ/UNIT	0.754	3.587	2.484	2.179	1.457	3.405	2.375	16.241	1.829
: BAHT	43,718	43,782	55,397	44,000	39,217	48,340	33,270	307,724	43,961
: BAHT/UNIT	0.607	2.892	1.967	1.760	1.153	3.021	1.664	13.065	1.463
TOTAL ENERGY: MJ	54,295	54,295	69,962	54,482	49,529	54,482	47,491	384,538	54,934
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.754	3.587	2.484	2.179	1.457	3.405	2.375	16.241	1.829
TOTAL COST : BAHT	43,718	43,782	55,397	44,000	39,217	48,340	33,270	307,724	43,961
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	0.607	2.892	1.967	1.760	1.153	3.021	1.664	13.065	1.463

ตารางที่ ข-4 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่ายช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548(ต่อ)

ตึก ENG. และ GA.

DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	TOTAL	AVERAGE
MAN POWER (PERSON)	1,912	1,907	1,881	1,846	1,792	1,718	1,665	12,721	1,817
ELECTRICITY : KWHR	576,990	50,560	57,600	59,360	56,320	55,040	44,280	900,150	128,593
: KWHR/PERSON	301.773	26.513	30.622	32.156	31.429	32.037	26.595	481.124	70.761
: (x 3.6) MJ	2,077,164	182,016	207,360	213,696	202,752	198,144	159,408	3,240,540	462,934
: MJ/PERSON	1086.383	95.446	110.239	115.762	113.143	115.334	95.741	1,732.047	254.739
: BAHT	1,672,518	146,774	164,192	172,583	169,205	175,806	111,674	2,612,752	373,250
: BAHT/PERSON	874.748	76.966	87.290	93.490	94.422	102.332	67.071	1,396.319	205.389
TOTAL ENERGY: MJ	2,077,164	182,016	207,360	213,696	202,752	198,144	159,408	3,240,540	462,934
ENERGY CONSUMPTION:MJ/PERSON	1086.383	95.446	110.239	115.762	113.143	115.334	95.741	1,732.047	254.739
TOTAL COST : BAHT	1,672,518	146,774	164,192	172,583	169,205	175,806	111,674	2,612,752	373,250
TOTAL ENERGY COST: BAHT/PERSON	874.748	76.966	87.290	93.490	94.422	102.332	67.071	1,396.319	205.389

บ่อบำบัดน้ำเสีย.

DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	TOTAL	AVERAGE
UNIT (WATER) x 1,000 LITRE	2,013	2,356	2,142	2,506	3,818	2,236	1,907	16,978	2,425
ELECTRICITY : KWHR	1,450	1,640	1,850	1,860	1,660	1,570	1,760	11,790	1,684
: KWHR/UNIT(WATER)	0.720	0.696	0.864	0.742	0.435	0.702	0.923	5.082	0.694
: (x 3.6) MJ	5,220	5,904	6,660	6,696	5,976	5,652	6,336	42,444	6,063
: MJ/UNIT(WATER)	2.593	2.506	3.109	2.672	1.565	2.528	3.322	18.296	2.500
: BAHT	4,203	4,761	5,274	5,408	4,732	5,015	4,439	33,832	4,833
: BAHT/UNIT(WATER)	2.088	2.021	2.462	2.158	1.239	2.243	2.328	14.539	1.993
TOTAL ENERGY: MJ	5,220	5,904	6,660	6,696	5,976	5,652	6,336	42,444	6,063
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	2.593	2.506	3.109	2.672	1.565	2.528	3.322	18.296	2.500
TOTAL COST : BAHT	4,203	4,761	5,274	5,408	4,732	5,015	4,439	33,832	4,833
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	2.088	2.021	2.462	2.158	1.239	2.243	2.328	14.539	1.993

ตารางที่ ข-4 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่ายช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548(ต่อ)

แผนกหม้อแปลงไฟฟ้า(ERL)									
DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	2,292,355	2,290,166	2,694,704	2,410,052	2,484,424	1,878,408	1,519,810	15,569,919	2,224,274
ELECTRICITY : KWHR	155,102	407,258	442,976	476,466	487,562	479,676	457,383	2,906,423	415,203
: KWHR/UNIT	0.068	0.178	0.164	0.198	0.196	0.255	0.301	1.360	0.187
: (x 3.6) MJ	558,367	1,466,129	1,594,714	1,715,278	1,755,223	1,726,834	1,646,579	10,463,123	1,494,732
: MJ/UNIT	0.244	0.640	0.592	0.712	0.706	0.919	1.083	4.896	0.672
: BAHT	449,592	1,182,259	1,262,725	1,385,278	1,389,787	1,532,156	1,153,522	8,355,319	1,193,617
: BAHT/UNIT	0.196	0.516	0.469	0.575	0.559	0.816	0.759	3.890	0.537
LPG : K.G.	21,045	20,957	21,547	24,683	24,537	20,682	14,812	148,263	21,180
: K.G/UNIT	0.00918	0.00915	0.00800	0.01024	0.00988	0.01101	0.00975	0.06720	0.00952
: (X 50.22) MJ	1,056,880	1,052,461	1,082,090	1,239,580	1,232,248	1,038,650	743,859	7,445,768	1,063,681
: MJ/UNIT	0.461	0.460	0.402	0.514	0.496	0.553	0.489	3.375	0.478
: BAHT	292,105	290,883	299,081	342,600	340,574	287,066	205,577	2,057,886	293,984
: BAHT/UNIT	0.127	0.127	0.111	0.142	0.137	0.153	0.135	0.933	0.132
DIESEL OIL : LITRE	2,075	2,020	2,310	1,962	2,191	2,170	1,445	14,173	2,025
: LITRE/UNIT	0.00091	0.00088	0.00086	0.00081	0.00088	0.00116	0.00095	0.00645	0.00091
: (X 36.42) MJ	75,572	73,568	84,130	71,456	79,796	79,031	52,627	516,181	73,740
: MJ/UNIT	0.033	0.032	0.031	0.030	0.032	0.042	0.035	0.235	0.033
: BAHT	30,274	29,674	37,399	35,689	39,854	42,098	32,643	247,631	35,376
: BAHT/UNIT	0.013	0.013	0.014	0.015	0.016	0.022	0.021	0.115	0.016
TOTAL ENERGY: MJ	1,690,819	2,592,158	2,760,934	3,026,314	3,067,268	2,844,515	2,443,064	18,425,071	2,632,153
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.738	1.132	1.025	1.256	1.235	1.514	1.607	8.506	1.183
TOTAL COST : BAHT	771,971	1,502,816	1,599,205	1,763,567	1,770,215	1,861,320	1,391,742	10,660,836	1,522,977
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	0.337	0.656	0.593	0.732	0.713	0.991	0.916	4.937	0.685
ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง									

ตารางที่ ข-5 สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้าช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

เดือน ปี 2548	ผลผลิตทั้งหมด (UNIT)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (KWHR)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (KW)	ค่าการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (BAHT)	ค่าไฟฟ้าทั้งหมด (BAHT)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า (BAHT/KWHR)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิต (BAHT/UNIT)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิต (KWHR/UNIT)
มกราคม	3,202,742	629,520	2,188	623,689.40	1,824,788	2.899	0.570	0.197
กุมภาพันธ์	3,140,852	666,240	2,228	635,091.40	1,934,077	2.903	0.616	0.212
มีนาคม	3,706,423	748,360	2,036	580,361.80	2,133,237	2.851	0.576	0.202
เมษายน	3,234,948	748,120	2,172	619,128.60	2,175,085	2.907	0.672	0.231
พฤษภาคม	3,237,924	812,200	2,044	582,642.20	2,315,163	2.850	0.715	0.251
มิถุนายน	2,431,971	773,720	2,080	592,904.00	2,471,376	3.194	1.016	0.318
กรกฎาคม	2,014,887	689,115	2,264	645,353.20	1,737,951	2.522	0.863	0.342
ผลรวม	20,969,747	5,067,275	15,012	4,279,170.60	14,591,677	ค่าเฉลี่ย = 2.875	ค่าเฉลี่ย = 0.718	ค่าเฉลี่ย = 0.250

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-6 สรุปผลผลิตแผนก PRD-1 (ERL) การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

เดือน ปี 2548	ผลผลิต ERL. (UNIT)	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน LPG (MJ)	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG (BAHT)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อปริมาณการใช้พลังงานความร้อน LPG (BAHT/MJ)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (BAHT/UNIT)	อัตราการใช้พลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (MJ/UNIT)
มกราคม	2,292,355	1,056,880	292,105	0.276	0.127	0.461
กุมภาพันธ์	2,290,166	1,052,461	290,883	0.276	0.127	0.460
มีนาคม	2,694,704	1,082,090	299,081	0.276	0.111	0.402
เมษายน	2,410,052	1,239,580	342,600	0.276	0.142	0.514
พฤษภาคม	2,484,424	1,232,248	340,574	0.276	0.137	0.496
มิถุนายน	1,878,408	1,038,650	287,066	0.276	0.153	0.553
กรกฎาคม	1,519,810	743,859	205,577	0.276	0.135	0.489
ผลรวม	15,569,919	7,445,768	2,057,886	ค่าเฉลี่ย = 0.276	ค่าเฉลี่ย = 0.133	ค่าเฉลี่ย = 0.482

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-7 อัตราการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นปี 2547 - ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

ปี	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน LPG (MJ)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (KWHR)	อัตราการใช้พลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (MJ/UNIT)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิต (KWHR/UNIT)
2547	12,606,036	7,942,440	0.426	0.198
2548 (7 เดือนแรก)	7,445,768	5,067,275	0.482	0.25

ตารางที่ ข-8 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้นปี 2547 - ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

ปี	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG (BAHT)	ค่าไฟฟ้าทั้งหมด (BAHT)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า (BAHT/KWHR)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิต (BAHT/UNIT)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อปริมาณการใช้พลังงานความร้อน LPG (BAHT/MJ)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (BAHT/UNIT)
2547	3,601,637	22,562,029	2.842	0.564	0.287	0.122
2548 (7 เดือนแรก)	2,057,886	14,591,677	2.875	0.718	0.276	0.133

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในปี 2547

ผลผลิตทั้งหมดในปี 2547	=	40,036,645	UNIT
ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้	=	7,942,440	KWHR
ค่าไฟฟ้า	=	22,562,028	BAHT

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อผลผลิตทั้งหมด = 22,562,028 / 40,036,645

= 0.564 BAHT/UNIT

ค่าไฟฟ้าต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้า = 22,562,028 / 7,942,440

= 2.841 BAHT/KWHR

จากมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้า = 0.190 KWHR/UNIT

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานไฟฟ้า = 0.190 X 2.841

= 0.540 BAHT/UNIT

เปอร์เซนต์อัตราค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น = (0.564 - 0.540) X 100 / 0.540

= 4.410 %

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ = (0.564 - 0.54) X 40,036,645

= 952,988 BAHT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน (LPG)ในปี 2547

ผลผลิต ERL.ในปี 2547	=	29,480,850	UNIT
ปริมาณพลังงานความร้อน (LPG)ที่ใช้	=	12,606,036	MJ
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (LPG)	=	3,601,637	BAHT

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (LPG)ต่อผลผลิต ERL. $= \frac{3,601,637}{29,480,850}$

$= 0.122$ BAHT/UNIT

ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณพลังงานความร้อน (LPG) $= \frac{3,601,637}{12,606,036}$

$= 0.286$ BAHT/MJ

จากมาตรฐานการใช้พลังงานความร้อน $= 0.400$ MJ/UNIT

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานความร้อน $= 0.400 \times 0.286$

$= 0.114$ BAHT/UNIT

เปอร์เซนต์อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้น $= \frac{(0.122 - 0.114) \times 100}{0.114}$

$= 6.900$ %

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ $= (0.122 - 0.114) \times 29,480,850$

$= 232,479$ BAHT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

ผลผลิตทั้งหมดในช่วง7 เดือนแรกปี 2548	=	20,969,747	UNIT
ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้	=	5,067,275	KWHR
ค่าไฟฟ้า	=	14,591,676	BAHT

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อผลผลิตทั้งหมด = 14,591,676 / 20,969,747

= 0.696 BAHT/UNIT

ค่าไฟฟ้าต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้า = 14,591,676 / 5,067,275

= 2.880 BAHT/KWHR

จากมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้า = 0.190 KWHR/UNIT

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานไฟฟ้า = 0.190 X 2.880

= 0.547 BAHT/UNIT

เปอร์เซนต์อัตราค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น = (0.969 - 0.547) X 100 / 0.547

= 27.183 %

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ = (0.696 - 0.547) X 20,969,747

= 3,118,663 BAHT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน (LPG)ในช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

ผลผลิต ERL.ในช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 = 15,569,919 UNIT

ปริมาณพลังงานความร้อน (LPG)ที่ใช้ = 7,445,768 MJ

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (LPG) = 2,057,886 BAHT

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (LPG)ต่อผลผลิต ERL. = $\frac{2,057,886}{15,569,919}$

= 0.132 BAHT/UNIT

ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณพลังงานความร้อน (LPG) = $\frac{2,057,886}{7,445,768}$

= 0.276 BAHT/MJ

จากมาตรฐานการใช้พลังงานความร้อน = 0.400 MJ/UNIT

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานความร้อน = 0.400 X 0.276

= 0.111 BAHT/UNIT

เปอร์เซนต์อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้น = $\frac{(0.132 - 0.111) \text{ X } 100}{0.111}$

= 19.554 %

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ = (0.132 - 0.111) X 15,569,919

= 336,580 BAHT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

ผลผลิต ปี 2547 = 22,924,556 UNIT

ผลผลิตช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 = 20,969,747 UNIT

พลังงานไฟฟ้า ปี 2547 = 4,493,280 KWHR

พลังงานไฟฟ้าช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548 = 5,067,275 KWHR

$$\text{ตัวประกอบการผลิต} = \frac{\text{ผลผลิตช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548}}{\text{ผลผลิต ปี 2547}}$$

$$= \frac{20,969,747}{22,924,556} = 0.915$$

การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2547 = พลังงานไฟฟ้าที่ปี 2547 X ตัวประกอบการผลิต

= 4,493,280 X 0.915 = 4,110,131.72

$$\text{สมรรถภาพพลังงาน} = \frac{(\text{การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2547} - \text{พลังงานไฟฟ้าช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548}) \times 100}{\text{การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2547}}$$

$$= \frac{(4,110,131.72 - 5,067,275) \times 100}{4,110,131.72} = -23.29$$

สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

= -23.29 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมรรถภาพพลังงานความร้อน(LPG)ของโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

ผลผลิต ERL. ปี 2547	=	17,892,259	UNIT
ผลผลิต ERL. ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548	=	15,569,919	UNIT
พลังงานความร้อน (LPG) ปี 2547	=	8,605,649	MJ
พลังงานความร้อน (LPG)ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548	=	7,445,768	MJ

$$\text{ตัวประกอบการผลิต} = \frac{\text{ผลผลิต ERL. ช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548}}{\text{ผลผลิต ERL. ปี 2547}}$$

$$= \frac{15,569,919}{17,892,259} = 0.870$$

$$\text{การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2547} = \text{พลังงานความร้อนที่ปี 2547 X ตัวประกอบการผลิต}$$

$$= 8,605,649 \text{ X } 0.870 = 7,488,671.94$$

$$\text{สมรรถภาพพลังงาน} = \frac{\text{(การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2547 - พลังงานความร้อนช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548) X 100}}{\text{การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2547}}$$

$$= \frac{(7,488,671.94 - 7,445,768) \text{ X } 100}{7,488,671.94} = 0.57$$

สมรรถภาพพลังงานความร้อน(LPG)ของโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าช่วง 7 เดือนแรก ปี 2548

= 0.57 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.
อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
(กฟภ.)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
อัตราค่าไฟฟ้า

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

สำหรับการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย รวมทั้งวัด สำนักสงฆ์ และสถานประกอบศาสนกิจของทุกศาสนา ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

1.1	อัตราปกติ	ค่าพลังงานไฟฟ้า(บาท/หน่วย)	ค่าบริการ(บาท/เดือน)
	1.1.1 ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน		8.19
	5 หน่วยแรก (หน่วยที่ 0 - 5)	0	
	10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6 - 15)	1.3576	
	10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 - 25)	1.5445	
	10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 - 35)	1.7968	
	65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 - 100)	2.1800	
	50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 - 150)	2.2734	
	250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 - 400)	2.7781	
	เกิน 400 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	2.9760	
	1.1.2 ใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน		40.90
	150 หน่วยแรก (หน่วยที่ 0 - 150)	1.8047	
	250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 - 400)	2.7781	
	เกิน 400 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	2.9760	

1.2	อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)	ค่าพลังงานไฟฟ้า(บาท/หน่วย)		ค่าบริการ(บาท/เดือน)
		Peak	Off Peak	
	1.2.1 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	3.6246	1.1914	226.17
	1.2.2 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	4.3093	1.2246	57.95

*รายละเอียดข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU อยู่ท้ายอัตราทุกประเภท

หมายเหตุ
1. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดไม่เกิน 5 แอมป์ 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย จะจัดเข้าประเภทที่ 1.1.1 แต่หากมีการใช้ไฟฟ้าเกิน 150 หน่วย ติดต่อกัน 3 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าประเภทที่ 1.1.2 และเมื่อใดที่การใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยติดต่อกัน 3 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าประเภทที่ 1.1.1
2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดเกิน 5 แอมป์ 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย ให้ใช้อัตราประเภทที่ 1.1.2
3. ประเภทที่ 1.2 กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย
4. ประเภทที่ 1.2 เป็นอัตราเลือก ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน สามารถแจ้งความประสงค์ขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 1.1 ตามเดิมได้

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับบ้านอยู่อาศัย อุตสาหกรรม ส่วนราชการที่มีลักษณะเป็นอุตสาหกรรม รัฐวิสาหกิจ หรืออื่น ๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.1	อัตราปกติ	ค่าพลังงานไฟฟ้า(บาท/หน่วย)	ค่าบริการ(บาท/เดือน)
	2.1.1 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	2.4649	226.17
	2.1.2 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์		40.90
	150 หน่วยแรก (หน่วยที่ 0 - 150)	1.8047	
	250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 - 400)	2.7781	
	เกิน 400 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	2.9760	

2.2	อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)	ค่าพลังงานไฟฟ้า(บาท/หน่วย)		ค่าบริการ(บาท/เดือน)
		Peak	Off Peak	
	2.2.1 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	3.6246	1.1914	226.17
	2.2.2 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	4.3093	1.2246	57.95

*รายละเอียดข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU อยู่ท้ายอัตราทุกประเภท

หมายเหตุ
1. ประเภทที่ 2.2 กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย
2. ประเภทที่ 2.2 เป็นอัตราเลือก ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน สามารถแจ้งความประสงค์ขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 2.1 ตามเดิมได้
3. เดือนใดมีความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3-5 แล้วแต่กรณี

ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการที่มีลักษณะเป็นอุตสาหกรรม รัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ แต่ไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

3.1

อัตราปกติ	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)
3.1.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	175.70	1.6660
3.1.2 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	196.26	1.7034
3.1.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	221.50	1.7314

3.2

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
3.2.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	74.14	2.6136	1.1726	228.17
3.2.2 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	132.93	2.6950	1.1914	228.17
3.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	2.8408	1.2246	228.17

*รายละเอียดข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU อยู่ท้ายอัตราทุกประเภท

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

หมายเหตุ
1. กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณกิโลวัตต์ และหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย
2. ประเภทที่ 3.2 เป็นอัตราบังคับสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 เป็นครั้งแรก ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าเดือน ตุลาคม 2543
3. ประเภทที่ 3.2 เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม เมื่อใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 3.1 ไม่ได้ ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด
4. เดือนใดความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ค่าไฟฟ้ายังคงคำนวณตามอัตราดังกล่าว หากความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน และในเดือนถัดไปก็ยังไม่ถึง 30 กิโลวัตต์อีก ให้เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นประเภทที่ 2.1

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

4.1

อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate : TOD)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)			ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)
	Peak	Partial	Off Peak	
4.1.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	224.30	29.91	0	1.6660
4.1.2 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	285.05	58.88	0	1.7034
4.1.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	332.71	68.22	0	1.7314

Peak : เวลา 18.30 - 21.30 น. ของทุกวัน
Partial : เวลา 08.00 - 18.30 น. ของทุกวัน (ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า คิดเฉพาะส่วนที่เกิน Peak)
Off Peak : เวลา 21.30 - 08.00 น. ของทุกวัน

4.2

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
4.2.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	74.14	2.6136	1.1726	228.17
4.2.2 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	132.93	2.6950	1.1914	228.17
4.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	2.8408	1.2246	228.17

*รายละเอียดข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU อยู่ท้ายอัตราทุกประเภท

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

หมายเหตุ
1. ประเภทที่ 4.2 เป็นอัตราบังคับสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ หรือผู้ใช้ไฟฟ้าเดิมที่เคยใช้ TOU แล้ว
2. ประเภทที่ 4.2 เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิมประเภทที่ 4.1 เมื่อใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 4.1 ไม่ได้ ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด
3. เดือนใดความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์ หรือการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน ค่าไฟฟ้ายังคงคำนวณตามอัตราดังกล่าว หากความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน และในเดือนถัดไปยังไม่ถึง 30 กิโลวัตต์อีก ให้เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นประเภทที่ 2.1 หรือ 6.1 แล้วแต่กรณี

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการโรงแรม และ กิจการให้เช่าพักอาศัยตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

5.1

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
5.1.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	74.14	2.6136	1.1726	228.17
5.1.2 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	132.93	2.6950	1.1914	228.17
5.1.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	2.8408	1.2246	228.17

*รายละเอียดข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU อยู่ท้ายอัตราทุกประเภท

5.2

อัตราปกติ (สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่ยังไม่ได้ติดมิเตอร์ TOU)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)
5.2.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	220.56	1.6660
5.2.2 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	256.07	1.7034
5.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	276.64	1.7314

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

หมายเหตุ
1. กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณกิโลวัตต์ และหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย
2. ประเภทที่ 5.1 เป็นอัตราบังคับและ 5.2 เป็นอัตราสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่ยังไม่ติดตั้งมิเตอร์ TOU
3. เดือนใดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ค่าไฟฟ้ายังคงคำนวณตามอัตราดังกล่าว หากความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน และในเดือนถัดไปก็ยังไม่ถึง 30 กิโลวัตต์อีก ให้เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นประเภทที่ 2.1

ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

สำหรับการใช้ไฟฟ้าของหน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน รวมถึงองค์กรที่ไม่ใช่ส่วนราชการแต่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทน แต่ไม่รวมหน่วยงานของรัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยราชการต่างประเทศ และสถานที่ทำการขององค์กรระหว่างประเทศ โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

6.1

อัตราปกติ	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
6.1.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	1.9712	228.17
6.1.2 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	2.1412	228.17
6.1.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์		20.00
10 หน่วยแรก (หน่วยที่ 0 - 10)	1.3576	
เกิน 10 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 11 เป็นต้นไป)	2.4482	

6.2

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
6.2.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	74.14	2.6136	1.1726	228.17
6.2.2 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	132.93	2.6950	1.1914	228.17
6.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	2.8408	1.2246	228.17

*รายละเอียดข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU อยู่ท้ายอัตราทุกประเภท

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

หมายเหตุ
1. วัด สถานประกอบศาสนกิจ ที่คิดอัตราประเภทบ้านอยู่อาศัย หากมีการใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 350 หน่วยติดต่อกัน 3 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าประเภทที่ 6.1 และเมื่อใดที่การใช้ไฟฟ้าไม่ถึง 350 หน่วยติดต่อกัน 3 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าประเภทที่ 1
2. กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณกิโลวัตต์ และหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย
3. ประเภทที่ 6.2 เป็นอัตราเลือก เมื่อใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 6.1 ไม่ได้ ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร

สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของหน่วยราชการ สหกรณ์เพื่อการเกษตร กลุ่มเกษตรกรที่จดทะเบียนจัดตั้งกลุ่มเกษตรกร โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

7.1	อัตราปกติ	ค่าพลังงานไฟฟ้า(บาท/หน่วย)	ค่าบริการ(บาท/เดือน)
			115.16
	100 หน่วยแรก (หน่วยที่ 0-100)	0.6452	
	เกิน 100 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 101 เป็นต้นไป)	1.7968	

7.2	อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
		Peak	Peak	Off Peak	
	7.2.1 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	132.93	2.6950	1.1914	228.17
	7.2.2 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	2.6408	1.2246	228.17

*รายละเอียดข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU อยู่ท้ายอัตราทุกประเภท

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

หมายเหตุ
1. กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า หรือหม้อแปลงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (เฉพาะที่ติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำประกอบ ซ.ท.) ให้คำนวณกิโลวัตต์ และหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย
2. ประเภทที่ 7.2 เป็นอัตราเลือก เมื่อใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 7.1 ไม่ได้ ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

ประเภทที่ 8 ไฟฟ้าชั่วคราว

สำหรับการใช้ไฟฟ้าของหน่วยราชการ หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ และ เอกชน เพื่องานก่อสร้าง จัดงานขึ้นเป็นพิเศษชั่วคราว สถานที่ที่ไม่มีทะเบียนบ้านของสำนักงานทะเบียนส่วนท้องถิ่น และการใช้ไฟฟ้าที่ยังปฏิบัติไม่ถูกต้องตามระเบียบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

ค่าพลังงานไฟฟ้า (ทุกระดับแรงดัน)	หน่วยละ	4.3093 บาท

หมายเหตุ ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ใช้อัตราประเภทนี้ หากมีความประสงค์จะขอเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้าเป็นอย่างอื่น หรือการไฟฟ้าฯ ได้ตรวจพบว่าได้เปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้าเป็นอย่างอื่นแล้ว เช่น เพื่อประกอบธุรกิจ หรืออุตสาหกรรมหรือบ้านอยู่อาศัย และ ฯลฯ จะต้องยื่นคำร้องขอใช้ไฟฟ้าถาวรต่อการไฟฟ้าฯ ในท้องถิ่นนั้น พร้อมกับเดินสาย และติดตั้งอุปกรณ์ภายในให้เรียบร้อยถูกต้องตามมาตรฐาน และชำระเงินค่าธรรมเนียมการใช้ไฟฟ้าแบบไฟถาวรให้ครบถ้วน ตามหลักเกณฑ์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU

Peak	:	เวลา 09.00 น. - 22.00 น.	วันจันทร์ - ศุกร์ และวันพืชมงคล
Off Peak	:	เวลา 22.00 น. - 09.00 น.	วันจันทร์ - ศุกร์ และวันพืชมงคล
		เวลา 00.00 น. - 24.00 น.	วันเสาร์ - อาทิตย์, วันแรงงานแห่งชาติ, วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย) และวันพืชมงคลที่ตรงกับวันเสาร์ - อาทิตย์

ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า

1. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์จะเรียกเก็บกับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3, 4 และ 5 ที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์แลค (Lag) เฉพาะเดือนที่มีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ย ใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว โดยส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ (KVAR) ละ 14.02 บาท (เศษของกิโลวาร์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวาร์)

2. อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น เป็นอัตราที่เรียกเก็บรายเดือน ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

3. ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บในแต่ละเดือนคือ ค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น และค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) ซึ่งประกอบด้วยค่า Ft คงที่ ณ ระดับช่วงเดือนมิถุนายน - กันยายน 2548 หน่วยละ 0.4683 บาท และค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงและค่าซื้อไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปจากค่า Ft ณ ระดับหน่วยละ 0.4683 บาท โดยค่า Ft จะแสดงไว้ในใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น เริ่มใช้ตั้งแต่ ค่าไฟฟ้าประจำเดือน ตุลาคม 2548 เป็นต้นไป

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 200 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0-2590-9125-7 โทรสาร 0-2590-9133-4 http://www.pea.co.th

ภาคผนวก ง.
มาตรการประหยัดพลังงาน และ ผลการลงทุนของโครงการต่างๆ ในโรงงานตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-1 มาตรการการประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน

มาตรการด้านการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

1.การรณรงค์และประชาสัมพันธ์ในองค์กร

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
1	ปิดระบบปรับอากาศในเวลาพักกลางวันเป็นบางเครื่องโดยไม่เปิดหน้าต่าง	☐	☐	
2	ปิดระบบแสงสว่างในเวลาพักกลางวันบางส่วนคงเหลือเท่าที่จำเป็น	☐	☐	
3	ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ Printer เครื่องถ่ายเอกสาร เวลาพักกลางวัน	☐	☐	
4	ควบคุมการถ่ายเอกสารให้ถ่ายเฉพาะงานที่จำเป็นและใช้กระดาษ Reused	☐	☐	
5	มีระเบียบขั้นตอนการขอใช้ไฟหลังเวลา 18.30 น. โดยเฉพาะกับระบบปรับอากาศ	☐	☐	
6	ออกกฎระเบียบควบคุมการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศในพื้นที่ที่มีการใช้งานไม่สม่ำเสมอ	☐	☐	
7	ออกกฎให้ใช้บันไดแทนลิฟต์ขึ้นลงไม่เกิน 2 ชั้น (ตั้งการจอดลิฟต์ตามชั้นที่กำหนด)	☐	☐	
8	แยกพื้นที่ Coffee Break และพื้นที่สูบบุหรี่ออกจากพื้นที่ปรับอากาศ	☐	☐	
9	จัดระเบียบไม่ให้แม่บ้านเปิดแอร์ตอนทำความสะอาดห้อง	☐	☐	
10	ไม่ทำความสะอาดในช่วงเวลา On Peak	☐	☐	
11	ทำความสะอาดในเวลาทำงานปกติ	☐	☐	
12	มีพนักงานเดินปิดไฟและเครื่องปรับอากาศอุปกรณ์ที่ให้พลังงานอื่น ๆ ตามตารางเวลา เช่น พักกลางวัน หลังเลิกงาน	☐	☐	
13	มีวาระการประชุมเกี่ยวกับพลังงานในการประชุมทั่ว ๆ ไป รวมทั้งการประชุมผู้บริหาร	☐	☐	
14	จัดตั้งคณะทำงานเพื่อการประหยัดพลังงาน (Energy Management Committee)	☐	☐	
15	การมีสัญลักษณ์ของการประหยัดพลังงานจากองค์กรพลังงาน	☐	☐	
16	มีบทความด้านพลังงานในวารสารขององค์กร	☐	☐	
17	ใช้โปสเตอร์ให้ความรู้ทางด้านพลังงาน (รณรงค์)	☐	☐	
18	ประชาสัมพันธ์ขอความร่วมมือเกี่ยวกับการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	☐	☐	
19	ประชาสัมพันธ์มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ดำเนินการแล้ว	☐	☐	
20	ติดกราฟแสดงระดับการใช้พลังงานขององค์กร หรือติดประกาศบนบอร์ดประชาสัมพันธ์	☐	☐	
21	ติดประกาศ ข้อมูลพลังงาน และกราฟระดับการใช้พลังงาน แยกแต่ละฝ่าย	☐	☐	
22	เขียนข้อความ คำขวัญ หรือความรู้ด้านพลังงานในกระดาษโน๊ตที่ใช้ภายในองค์กร	☐	☐	
23	จัดการประกวดฝ่ายประหยัดพลังงานดีเด่นประจำปี และออกความเห็นเพื่อการปรับปรุง	☐	☐	
24	ให้โบนัสหรือรางวัลสำหรับฝ่ายที่ประหยัดพลังงานดีเด่น	☐	☐	
25	จัดให้มีวันประหยัดพลังงานปีละ 2 ครั้ง	☐	☐	
26	จัดให้มีวันทดลองมาตรการประหยัดพลังงาน เช่น วันศุกร์จะทดลองปิดแอร์เร็วขึ้นอีก15 นาที	☐	☐	
27	เน้นการประหยัดพลังงานในช่วงหน้าร้อนและเวลากลางวัน	☐	☐	
28	มีกล่องรับความคิดเห็นเกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน	☐	☐	
29	จัดมีการอบรมให้พนักงานมีความรู้ ความเข้าใจและเห็นประโยชน์ในการอนุรักษ์พลังงาน	☐	☐	
30	ปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีเรื่องการอนุรักษ์พลังงานให้แก่พนักงานจนกลายเป็นความเคยชิน	☐	☐	

ตารางที่ ง-1 *มาตรการการประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน(ต่อ)*

2. ระบบแสงสว่าง

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
1	ปิดไฟช่วงพักเที่ยงและปิดไฟฟ้าที่ไม่ได้ใช้งานเสมอ	☐	☐	
2	ปิดไฟแสงสว่างในห้องไฟฟ้าห้องเครื่องห้องเก็บของและห้องน้ำเปิดเฉพาะเมื่อมีการใช้งาน	☐	☐	
3	ปลดหลอดไฟฟ้าบริเวณที่ไม่ใช้งานหรือไม่จำเป็นออก	☐	☐	
4	ตั้งเวลาปิดไฟระเบียง (ที่เปิดทิ้งไว้ตอนกลางคืน) หลัง 05.00 น.	☐	☐	
5	ลดการใช้หลอด Sport Light หรือ Display light ซึ่งเป็นหลอดไส้ที่กินไฟมาก	☐	☐	
6	ลดจำนวนหลอดต่อโคมลง ถ้าระดับความสว่างเกินมาตรฐาน	☐	☐	
7	ลดจำนวนหลอดไฟบนเพดานลง และใช้โคมไฟตั้งโต๊ะแทน	☐	☐	
8	ปรับลดความสูงของโคมลง เพื่อลดหลอด	☐	☐	
9	ปลดฝาครอบโคมออกเพื่อเพิ่มความสว่าง และลดหลอด	☐	☐	
10	ใช่แผ่นสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูง และลดจำนวนหลอดต่อโคม	☐	☐	
11	ทำความสะอาดหลอดไฟและโคมทุกเดือน	☐	☐	
12	ทาสีเพดานและพนังห้อง และใช้เฟอร์นิเจอร์สีอ่อนเพื่อลดจำนวนหลอดไฟลง	☐	☐	
13	ใช้ Timer ควบคุมการเปิดปิดไฟในพื้นที่	☐	☐	
14	ใช้ Motion Sensor ควบคุมการเปิดปิดไฟในพื้นที่	☐	☐	
15	ใช้แสงธรรมชาติ (Day Light) แทนหลอดไฟ	☐	☐	
16	ใช้ Photo Cell ควบคุมการเปิดปิดไฟในพื้นที่ที่ใช้ Day Light ได้	☐	☐	
17	ใช้ Key Card สำหรับห้องพักรับรองของโรงงาน	☐	☐	
18	ทางเดินที่มี Day Light แยกสวิตซ์สำหรับเปิดบางหลอดเวลากลางวันเสริมให้ได้ 100 Lux	☐	☐	
19	บันไดที่มี Day Light แยกสวิตซ์สำหรับบางหลอดเวลากลางวันเสริมให้ได้ 150 Lux	☐	☐	
20	ห้องน้ำที่มี Day Light แยกสวิตซ์สำหรับเปิดบางหลอดเวลากลางวันเสริมให้ได้ 150 Lux	☐	☐	
21	ที่จอดรถที่มี Day Light แยกสวิตซ์สำหรับเปิดบางหลอดเวลากลางวันเสริมให้ได้ 50 Lux	☐	☐	
22	แยกสวิตซ์สำหรับบริเวณห้องน้ำที่ใช้ Day Light ได้	☐	☐	
23	แยกสวิตซ์เป็นพื้นที่ย่อยในห้องทำงาน หรือทางเดิน	☐	☐	
24	แยกสวิตซ์เพื่อให้เปิดไฟน้อยดวงที่สุดได้เวลาที่แม่บ้านทำความสะอาด	☐	☐	
25	ให้แม่บ้านทำความสะอาดเวลากลางวันเท่านั้น (เช้าหรือหลังเลิกงาน) เพื่อไม่ต้องเปิดไฟ	☐	☐	
26	แยกสวิตซ์เปิด แต่ปิดรวมได้ (สวิตซ์เดียวปิดได้ทั้งหมดพื้นที่)	☐	☐	
27	ใช้สวิตซ์แบบกระตุกเพื่อเปิดแยกแต่ละโคมได้	☐	☐	
28	ติดสติ๊กเกอร์ระบุว่าสวิตซ์ตัวใดควบคุมบริเวณใด	☐	☐	
29	ติดสติ๊กเกอร์แจ้งตัวเลขที่ประหยัดได้ถ้าไม่เปิดไฟบริเวณนี้ทิ้งไว้	☐	☐	
30	จัดพนักงานเดินตรวจและปิดไฟหลัง 18.00 น. (เช่น แม่บ้าน รปภ.)	☐	☐	
31	เปลี่ยนจากหลอดไส้เป็นหลอด Compact Fluorescent	☐	☐	

ตารางที่ ง-1 *มาตรการการประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน(ต่อ)*

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
32	ใช้หลอดประสิทธิภาพสูงแทนหลอดที่กำลังจะเปลี่ยน	☐	☐	
33	ใช้บัลลาสต์แบบสูญเสียต่ำแทนบัลลาสต์แกนเหล็กที่กำลังจะเปลี่ยน	☐	☐	
34	ลดจำนวนหลอดไฟ Flood Light และ Street Light ภายนอกอาคารที่ไม่จำเป็น	☐	☐	
35	ใช้ Timer ควบคุมการเปิดปิด Flood Light และ Street Light ภายนอกอาคาร	☐	☐	
36	ใช้ Photo Cell ควบคุมการเปิดปิดFlood Light และ Street Light ภายนอกอาคาร	☐	☐	
37	ให้แม่บ้านปิดไฟในห้องพักเวลา 08.00 น. ทุกห้องก่อนทำความสะอาดปกติ	☐	☐	

3 Load Management

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
1	ลดการใช้ระบบปรับอากาศช่วง On Peak	☐	☐	
2	เพิ่มอุณหภูมิ Thermostat 1 °C ในช่วง On Peak	☐	☐	
3	ลดจำนวนเครื่องทำน้ำเย็นช่วง On Peak	☐	☐	
4	ลดจำนวนปั๊มน้ำเย็น (Chilled Water Pump) ช่วง On Peak	☐	☐	
5	เลือกเดิน Chiller ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในช่วง On Peak	☐	☐	
6	เพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นของ Chiller ช่วง On Peak	☐	☐	
7	ใช้ Split Type ในบางห้องเพื่อหลีกเลี่ยงการเดิน Chiller เพิ่มอีก 1 ตัว	☐	☐	
8	ปิดหรือลดการใช้ระบบ Ventilation ช่วง On Peak	☐	☐	
9	หลีกเลี่ยงการทำความสะอาดช่วง On Peak	☐	☐	
10	หยุดการซักรีดช่วง On Peak	☐	☐	
11	ลดการใช้ระบบแสงสว่างช่วง On Peak	☐	☐	
12	เปิด Sprinker รดน้ำสนามช่วง Off Peak	☐	☐	
13	ลดการใช้ลิฟต์ช่วง On Peak	☐	☐	
14	ปิดพัดลมดูดอากาศในลิฟต์ช่วง On Peak	☐	☐	
15	พนักงานเดินปิดไฟในจุดที่ไม่ได้ใช้งานช่วง On Peak	☐	☐	
16	ลดการใช้ปั๊มน้ำช่วง On Peak	☐	☐	
17	Interlock ปั๊มน้ำในช่วง On Peak	☐	☐	
18	ถ้าถังเก็บน้ำได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง ให้ปรับลูกลอยเพื่อให้เก็บน้ำได้มากกว่า 3 ชั่วโมง	☐	☐	
19	เปลี่ยนถังน้ำเก็บน้ำได้มากกว่า 3 ชั่วโมง	☐	☐	
20	ไม่เดินโหลดพร้อมกันหรือ Start อุปกรณ์ที่กินกำลังไฟสูงพร้อมกันในช่วง On Peak	☐	☐	
21	จัดรูปแบบโหลดให้เหมาะสม หรือกระจายโหลดให้สม่ำเสมอ	☐	☐	
22	ควรปรับ Load Profile ในช่วง On Peak ให้สม่ำเสมอ	☐	☐	
23	ใช้ Timer สั่งเปิดปิดอุปกรณ์ช่วง On Peak	☐	☐	
24	ใช้ชุด Interlock ควบคุมอุปกรณ์	☐	☐	

ตารางที่ ง-1 *มาตรการการประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน(ต่อ)*

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
25	ลดการใช้อุปกรณ์ช่วง On Peak	☐	☐	
26	ลดระยะเวลาทำงานของอุปกรณ์	☐	☐	
27	เดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าช่วง On Peak	☐	☐	
28	กรณีมีหลายมิเตอร์ ย้ายโหลดจากมิเตอร์หนึ่งไปยังอีกมิเตอร์หนึ่งช่วง On Peak	☐	☐	
29	ควบคุมค่า Peak Demand โดยติด Power Meter และปิดอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็น	☐	☐	

4 ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
1	เปิด A / C หลังเวลาทำงาน 15 นาที หรือมากกว่านั้น	☐	☐	
2	ปิด A / C ก่อนเวลาเลิกงาน 15 - 30 นาที หรือมากกว่านั้น	☐	☐	
3	ปิด A/C ช่วงพักกลางวัน(แต่ไม่เปิดประตูหรือหน้าต่างทิ้งไว้เพื่อป้องกันความชื้นและความร้อนจากภายนอก)	☐	☐	
4	ปิด A / C บริเวณทางเดินและโถงลิฟต์	☐	☐	
5	จัดพนักงานเดินตรวจและปิด A/C หลังเลิกงาน(เช่น แม่บ้าน รปภ.)หรือเมื่อผู้พักแรมออกจากห้องเวลา18.00น.	☐	☐	
6	หลังจากแม่บ้านทำความสะอาดห้องแล้วให้ปิดม่านและ A/C ทุกครั้ง	☐	☐	
7	ตั้งความเร็วพัดลมของ A/C ให้สูงที่สุดเท่าที่คนที่ใช้งานพื้นที่ยังคงรู้สึกสบาย	☐	☐	
8	ปรับ Thermostat ให้เหมาะสม ไม่ตั้งต่ำเกินไป เช่น ตั้งไว้ที่ 25 °C	☐	☐	
9	ฤดูฝนและฤดูหนาวตั้งอุณหภูมิที่ 26.60 °C	☐	☐	
10	หน้าร้อนตั้งที่อุณหภูมิ 25.05 °C	☐	☐	
11	ตั้งอุณหภูมิทางเดินและโถงลิฟต์ที่ 27.70 °C	☐	☐	
12	ตั้งอุณหภูมิอากาศบริเวณรอบ ๆ ตู้แช่สูงกว่า 25.00 °C	☐	☐	
13	ตั้งอุณหภูมิในห้องพักโรงแรม - โรงพยาบาลสูงขึ้น 1 °C ช่วง 24.00 - 06.00 น.	☐	☐	
14	ปิดฝาครอบ Thermostat ป้องกันพนักงานปรับ	☐	☐	
15	ใช้ Electronic Thermostat (กรณีที่ระยะเวลาคืนทุนต่ำ)	☐	☐	
16	ใช้ Programmable Thermostat (กรณีระยะเวลาคืนทุนต่ำ)	☐	☐	
17	ใช้พัดลมเสริมเพื่อเพิ่มความเร็วลม แทนการตั้ง Thermostat ต่ำลง	☐	☐	
18	ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ คอยล์เย็น และคอยล์ร้อนทุก ๆ 1 เดือน	☐	☐	
19	ปิดเครื่องปรับอากาศและดูดอากาศเย็นจากพื้นที่อื่นเข้ามา	☐	☐	
20	สร้างอุปกรณ์บังแดด หรือลดอุณหภูมิอากาศรอบ ๆ Condensing Unit	☐	☐	
21	กำจัดสิ่งกีดขวางทางลมรอบ Condensing Unit	☐	☐	
22	ปรับตั้งให้ความดันควบแน่นในคอยล์ร้อนต่ำ ความดันระเหยในคอยล์เย็นสูง	☐	☐	
23	ติดตั้ง Thermostat ในพื้นที่ปรับอากาศ หรือ Return Air หลีกเลี่ยง Fresh Air หรือแสงแดด	☐	☐	
24	ปรับอุณหภูมิน้ำเย็น Chiller สูงขึ้นเมื่อโหลดต่ำ	☐	☐	
25	ลดเวลาการเดิน Chiller โดยเฉพาะเครื่องที่เดิน 24 ชั่วโมง	☐	☐	
26	เลือกเดิน Chiller ที่มีขนาดเหมาะสมกับภาระ	☐	☐	

ตารางที่ ง-1 *มาตรการการประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน(ต่อ)*

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
27	เลือกเดิน Chiller ที่มีประสิทธิภาพมากกว่า	☐	☐	
28	จัดให้ Chiller เดินที่สภาวะประสิทธิภาพสูงสุด เช่น 80 % Load	☐	☐	
29	ติดตั้ง Split Type เสริมในห้องที่อยู่รอบอาคารเพื่อไม่ต้องตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นต่ำมาก	☐	☐	
30	ลดอุณหภูมิด้านน้ำระบายความร้อนของ Chiller	☐	☐	
31	ลดอุณหภูมิน้ำด้าน Make - up ที่ Cooling Tower	☐	☐	
32	กำจัดสิ่งกีดขวางทางลมเข้าออก Cooling Tower	☐	☐	
33	ควบคุมคุณภาพน้ำโดยเฉพาะการลดความกระด้างและตะกรันที่ Cooling Tower	☐	☐	
34	ปรับตั้งมุมใบพัดของ Cooling Tower ไม่ให้กินลมมากเกินไป	☐	☐	
35	ตรวจสอบสมดุลความดันอากาศในระบบส่งจ่ายลมเย็น	☐	☐	
36	ตรวจสอบสมดุลความดันน้ำเย็นในระบบส่งจ่ายน้ำเย็น	☐	☐	
37	ตรวจสอบสมดุลปริมาณ Fresh Air และ Exhaust Air	☐	☐	
38	ลดปริมาณ Fresh Air ลงให้อยู่ในระดับต่ำที่สุด เช่น 10 CFM/คน	☐	☐	
39	หน้าหนาวที่อุณหภูมิภายนอกต่ำ ให้นำ Fresh Air เข้ามาให้มากที่สุด	☐	☐	
40	นำ Exhaust Air ที่ยังเย็นอยู่ไป Pre-cool ให้กับ Fresh Air ก่อน	☐	☐	
41	ใช้ Carbon Filter กรอง Return Air จากบริเวณที่มีกลิ่น เช่น ห้องน้ำ เพื่อลด Fresh Air	☐	☐	
42	ลดจำนวนห้องจ่ายลง	☐	☐	
43	สำรวจและซ่อมรอยรั่วที่ประตูและหน้าต่างระหว่างพื้นที่ปรับและไม่ปรับอากาศ	☐	☐	
44	ตรวจสอบและซ่อมกลไกปิดประตูอัตโนมัติให้ทำงานปกติ	☐	☐	
45	สำรวจและซ่อมรอยรั่วท่อลม	☐	☐	
46	ติดสติ๊กเกอร์แจ้งตัวเลขค่าไฟของ A/C ที่ประหยัดได้ถ้าไม่เปิดประตูหรือหน้าต่างทิ้งไว้	☐	☐	
47	ใช้ประตูอัตโนมัติเพื่อให้แน่ใจว่าประตูปิดแน่นอนและไม่มีอากาศรั่วไหล	☐	☐	
48	ใช้ Air Curtain เพื่อลดปริมาณอากาศรั่วไหล	☐	☐	
49	ลดการสูญเสียอากาศเย็นไปทาง Shaft ลิฟต์	☐	☐	
50	ป้องกันอากาศชื้นเข้ามาในพื้นที่ปรับอากาศ	☐	☐	
51	กันอากาศชื้นให้ออกไปนอกบริเวณ เช่น ห้องน้ำ ห้องครัว	☐	☐	
52	ใช้ Split Type แทน AHU และFCU บริเวณที่มีเวลาใช้งานไม่แน่นอนเช่น ห้องผู้บริหาร	☐	☐	
53	ใช้พัดลมแทน A/C ชั้นล่างหรือชั้นใต้ดิน	☐	☐	
54	ใช้พัดลมแทน A/C ห้องไฟฟ้า ห้องเครื่องต่าง ๆ	☐	☐	
55	ใช้ Natural Ventilation แทน Fan Ventilation	☐	☐	
59	พื้นที่โถงสูงใช้งานไม่เกิน 1 ชั่วโมง ไม่จำเป็นต้องระบายอากาศ	☐	☐	
60	พื้นที่ที่ต้องการ Force Ventilation เพิ่มให้เฉพาะส่วนที่เกินจาก Natural Ventilation	☐	☐	
61	เปิด Ventilation Rate เวลาอากาศร้อนหรือช่วง Peak ของวัน	☐	☐	
65	ใช้ Hood ดูดอากาศที่มี Make-up Air ในห้องครัว	☐	☐	

ตารางที่ ง-1 *มาตรการการประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน(ต่อ)*

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
66	ใช้ Hood เป็นพัดลมดูดอากาศและสร้าง Ventilation	☐	☐	
67	ปรับอัตราการดูดของ Hood ให้ต่ำที่สุดตามลักษณะการใช้งาน	☐	☐	
68	ย้ายกระติกน้ำร้อน เครื่องถ่ายเอกสาร หรืออุปกรณ์ที่มีความร้อน ออกจากพื้นที่ปรับอากาศ	☐	☐	
69	ตรวจสภาพฉนวนของอุปกรณ์ที่มีความร้อนที่ย้ายออกจากพื้นที่ปรับอากาศไม่ได้	☐	☐	
70	ใช้ Key Card สำหรับห้องพักในโรงงาน	☐	☐	
71	ปิดประตูหน้าต่างบริเวณปรับอากาศตลอดเวลา	☐	☐	
72	จ่ายสัมภาระเอกสาร ฯลฯ ที่ไม่ใช้งานนำไปเก็บบริเวณที่ไม่ได้ปรับอากาศ	☐	☐	

5 เครื่องอัดอากาศ

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
1	ลดความดันใช้งานของอากาศอัดให้เหลือเท่าที่จำเป็นต่อการใช้งาน (ลดได้ 100 Kpa ประหยัด 8 %)	☐	☐	
2	ลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศเช่นนำอากาศทิ้งจากห้องปรับอากาศมาใช้(ลดได้ 1°C ประหยัด1%)	☐	☐	
3	หลีกเลี่ยงความชื้นที่ปนกับอากาศที่ป้อนเข้าเครื่อง	☐	☐	
4	สร้างถังพักอากาศอัดกรณีที่ยังไม่มี เพื่อหลีกเลี่ยงการที่ต้องเดินเครื่องบ่อย	☐	☐	
5	รวมอากาศอัดจากหลายเครื่องไว้ที่ถังพักแล้วส่งไปตามจุดใช้งานแทนการติดตั้งเครื่องทุกจุด	☐	☐	
6	ทำความสะอาดกรองอากาศเพื่อไม่ให้เครื่องต้องออกแรงดูดมาก	☐	☐	
7	สำรวจและซ่อมแซมรอยรั่วที่ถังพักอากาศอัด	☐	☐	
8	สำรวจและซ่อมแซมรอยรั่วที่วาล์วนิรภัย	☐	☐	
9	สำรวจและซ่อมแซมรอยรั่วที่หน้าแปลน วาล์ว ข้อต่อต่าง ๆ	☐	☐	
10	เปิดวาล์วด้านล่างของเครื่องและถังพักอากาศอัดเพื่อไล่น้ำอย่างสม่ำเสมอ	☐	☐	
11	ตรวจสอบความตึงสายพานไม่ให้หย่อนเกินไป	☐	☐	
12	เลือกเดินเครื่องขนาดเล็กก่อนเพื่อให้เดินใกล้ Full Load มากที่สุด	☐	☐	
13	จัดให้ห้องเครื่องมีอากาศถ่ายเทได้สะดวกเพื่อให้เครื่องทำงานที่มีประสิทธิภาพสูง	☐	☐	
14	ไม่ใช้ลมจากเครื่องอัดอากาศในการทำความสะอาดร่างกาย (ใช้เฉพาะการทำงาน)	☐	☐	

6 เตาอบและระบบความร้อน

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
1	นำอากาศร้อนที่เหลือมาใช้เป็นอากาศป้อน	☐	☐	
2	นำอากาศร้อนที่เหลือไปใช้สำหรับงานอื่น	☐	☐	
3	นำอากาศโบลดาวน์กลับมาใช้งาน	☐	☐	
4	นำความร้อนทิ้งในไอเสียกลับมาอุ่นอากาศป้อน	☐	☐	
5	นำความร้อนทิ้งจากแหล่งอื่นมาอุ่นอากาศป้อน	☐	☐	
6	ปรับสัดส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงเพื่อให้ % O2 ในไอเสียไม่เกิน 3 - 5 %	☐	☐	
7	ปรับลดปริมาณเชื้อเพลิงถ้าควันไอเสียมีสีดำ	☐	☐	
8	ปรับลดปริมาณอากาศถ้าควันไอเสียมีสีขาว	☐	☐	

ตารางที่ ง-1 *มาตรการการประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน(ต่อ)*

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
9	หุ้มฉนวนวาล์วอากาศและท่อส่งอากาศ	☐	☐	
10	สำรวจและซ่อมแซมฉนวนท่อส่งอากาศ	☐	☐	
11	สำรวจและซ่อมแซมรอยรั่วที่หน้าแปลน วาล์ว ข้อต่อต่าง ๆ	☐	☐	
12	สำรวจและซ่อมแซมรอยรั่วที่เตาเผา วาล์ว ข้อต่อต่าง ๆ	☐	☐	
13	เปลี่ยนจากการใช้ก๊าซ LPG ไปเป็นก๊าซธรรมชาติที่ราคาถูกกว่าและเผาไหม้สมบูรณ์กว่า	☐	☐	
14	เปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นที่ราคาถูกกว่า	☐	☐	
15	ปรับตั้งหัวเผาให้ฉีดเชื้อเพลิงได้ดีขึ้น	☐	☐	
16	เปลี่ยนหัวเผาให้เป็นชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น	☐	☐	
17	กรณีมีเตาอบหลายลูกเลือกใช้เตาอบที่มีขนาดเหมาะสมกับโหลด	☐	☐	

7 ตู้เย็นและตู้แช่

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
1	ไม่แช่น้ำ สิ่งที่ชื้น ที่ไม่ได้ปิดฝาในตู้เย็น	☐	☐	
2	ไม่วางอุปกรณ์ที่มีความร้อนใกล้ตู้เย็น	☐	☐	
3	ไม่ตั้งตู้เย็นให้ถูกแสงแดด	☐	☐	
4	วางตู้เย็นให้ห่างจากผนังอย่างน้อย 10 ซ.ม. เพื่อให้ระบายความร้อนได้ดี	☐	☐	
5	ไม่วางสิ่งของกีดขวางการระบายอากาศรอบตู้เย็น	☐	☐	
6	กำจัดฝุ่นที่คอล์ยด้านหลังตู้เย็น	☐	☐	
7	แช่ของประมาณ 3 ใน 4 ของความจุตู้เย็น เพื่อให้มีพื้นที่สำหรับการหมุนเวียนอากาศ	☐	☐	
8	เปิดประตูตู้เย็นให้น้อยที่สุด	☐	☐	
9	ก่อนนำอาหารร้อนเข้าตู้เย็น ต้องรอให้อุณหภูมิเย็นลงเท่าอุณหภูมิห้องก่อน	☐	☐	
10	ถอดปลั๊กตู้เย็น ออกเมื่อห้องพักโรงงานไม่มีคนเข้าพัก	☐	☐	
11	ใช้ Key Card สำหรับห้องพักในโรงงาน	☐	☐	
12	ปรับอุณหภูมิตู้แช่ให้เหมาะสม ไม่ต่ำกว่า -18 °C	☐	☐	
13	เดินคอมเพรสเซอร์ให้น้อยตัวที่สุด	☐	☐	
14	กั้นส่วนทำอาหารหรือครัวออกจากพื้นที่ตู้แช่	☐	☐	
15	ลดไฟฟ้าแสงสว่างในตู้แช่	☐	☐	
16	สำรวจและซ่อมรอยรั่วที่ประตูตู้แช่	☐	☐	
17	ล้างตู้แช่สม่ำเสมอ	☐	☐	
18	สร้างอุปกรณ์บังแดด หรือลดอุณหภูมิรอบ Condensing Unit	☐	☐	
19	กำจัดสิ่งกีดขวางทางลมรอบ Cooling Tower	☐	☐	
20	หมั่น Defrost ป้องกันไม่ให้น้ำแข็งหนาเกิน 2 มม.	☐	☐	

ตารางที่ ง-1 มาตรการการประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน(ต่อ)

8 ระบบและอุปกรณ์อื่น ๆ

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
	<u>กรอบอาคาร</u>			
1	ติดม่านหรือมู่ลี่ที่หน้าต่างกระจก	☐	☐	
2	ติดฟิล์มกรองแสงที่หน้าต่างกระจก	☐	☐	
3	ติดกันสาดด้านนอกหน้าต่างกระจก	☐	☐	
4	ลดพื้นที่กระจก เช่น ตีผนังปิดทึบ ตั้งตู้หนังสือบังหน้าต่างบางส่วน	☐	☐	
5	สำรวจและอุดรอยรั่วที่กรอบประตู หน้าต่าง ฝ้าเพดาน เพื่อป้องกันอากาศรั่วไหล	☐	☐	
6	เมื่อถึงเวลาทาสีภายนอกอาคารใหม่ ให้เลือกใช้สีอ่อนเพื่อไม่ให้อมความร้อน	☐	☐	
7	ติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังและฝ้าเพดานถ้าจำเป็น	☐	☐	
	<u>อุปกรณ์สำนักงาน</u>			
1	ปิดคอมพิวเตอร์เวลาพักเที่ยง	☐	☐	
2	ตั้งเวลาปิดจอคอมพิวเตอร์อัตโนมัติเมื่อไม่มีการใช้งาน 3 นาที	☐	☐	
3	ตั้งเวลา CPU คอมพิวเตอร์ให้เข้า Stand-dy Mode เมื่อไม่มีการใช้งาน 15 นาที	☐	☐	
4	ต่อ Printer 1 เครื่องให้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์อย่างน้อย 3 เครื่อง	☐	☐	
5	ใช้งาน Ink-jet Printer มากกว่า Laser Printer	☐	☐	
6	ตั้งเวลาเครื่องถ่ายเอกสารให้เข้า Energy Save Mode เมื่อไม่มีการใช้งาน 3 นาที	☐	☐	
	<u>ลิฟต์</u>			
1	จัดตารางเวลาการเปิดปิดลิฟต์ให้เหมาะสม เช่น ลดชั่วโมงใช้ลิฟต์ต่อวัน	☐	☐	
2	ปิดลิฟต์บางตัวช่วง On Peak	☐	☐	
3	ตั้งเวลาหน่วงให้ประตูลิฟต์อัตโนมัติไม่น้อยกว่า 15 นาที	☐	☐	
4	ปิด A/C ห้องเครื่องลิฟต์ เวลาไม่ใช้งานลิฟต์	☐	☐	
5	ใช้พัดลมระบายอากาศในห้องเครื่องลิฟต์แทนการใช้ A/C	☐	☐	
6	ใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติแทนการใช้พัดลมระบายอากาศ	☐	☐	
7	โปรแกรมให้ลิฟต์จอดชั้นเว้นชั้น หรือเฉพาะบางชั้น	☐	☐	
8	ติดสติ๊กเกอร์และขอความร่วมมือใช้บันไดแทนลิฟต์เมื่อขึ้นลงน้อยชั้น	☐	☐	
9	ติดตั้ง Timer เพื่อปิดพัดลมและไฟแสงสว่างในลิฟต์เมื่อไม่มีการใช้งานเกิน 2 นาที	☐	☐	
10	โปรแกรมควบคุมการจัดการลิฟต์ให้ทำงานสัมพันธ์กันทุกตัว	☐	☐	
	<u>เครื่องซักผ้า</u>			
1	ลดการใช้น้ำร้อนในเครื่องซักผ้า	☐	☐	
2	แยกผ้าตามความสกปรก สกปรกน้อยจะใช้เวลาซักสั้น	☐	☐	
3	ไม่ใส่ผ้าเกินความจุของเครื่อง	☐	☐	
4	หลีกเลี่ยงการปั่นแห้งด้วยเครื่อง ใช้การตากแห้งด้วยอากาศภายนอก	☐	☐	
5	หากต้องอบผ้า ให้ปั่นแห้งด้วยเครื่องซักผ้าก่อน	☐	☐	
6	สำรวจและซ่อมวาล์วน้ำไม่ให้มีรอยรั่ว	☐	☐	

ตารางที่ ง-1 มาตรการการประหยัดพลังงานทั้งหมดของโรงงาน(ต่อ)

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ทำ	ไม่ทำ	เหตุผลประกอบ
	<u>เครื่องล้างจาน</u>			
1	ลดการใช้น้ำร้อนในเครื่องล้างจาน (หรือลดอุณหภูมิน้ำร้อน)	☐	☐	
2	ไม่ใส่จานเกินความจุของเครื่อง	☐	☐	
3	หลีกเลี่ยงการอบแห้งด้วยเครื่อง ใช้การตากแห้งด้วยอากาศภายนอก	☐	☐	
4	สำรวจและซ่อมวาล์วน้ำไม่ให้มีรอยรั่ว	☐	☐	
	<u>อุปกรณ์ทำอาหาร</u>			
1	ก่อนทำอาหาร ให้รอให้อุณหภูมิอาหารที่เย็นหรือแช่แข็งเท่ากับอุณหภูมิปกติก่อน	☐	☐	
2	ใช้อุปกรณ์ทำอาหารที่มีขนาดเหมาะสมกับปริมาณอาหาร	☐	☐	
3	ลดการดูดอากาศของ Hood ให้ต่ำที่สุดตามมาตรฐาน	☐	☐	
4	ใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติแทนพัดลมหรือ Hood	☐	☐	
5	รวมกลุ่มอุปกรณ์ทำอาหารที่ต้องใช้ Hood ไปรวมกันเพื่อลดจำนวน Hood	☐	☐	
6	ลด Hood หรือ Exhaust Fan นอกเวลาที่ใช้งานมาก	☐	☐	
7	ใช้เตา Microwave แทนเตาไฟฟ้าในการอุ่นอาหาร	☐	☐	
8	ใช้เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง	☐	☐	
	<u>น้ำร้อน</u>			
1	สำรวจและซ่อมรอยรั่วที่หม้อน้ำ วาล์วและระบบท่อส่ง	☐	☐	
2	ใช้ฝักบัวแบบ Low Flow	☐	☐	
3	ใช้ Water Flow Restrictor และ Aerrator	☐	☐	
4	ติดตั้งหรือซ่อมฉนวนหม้อเก็บน้ำร้อน หรือตัวทำน้ำร้อน	☐	☐	
5	นำน้ำคอนเดนเสทกลับมาใช้เป็นน้ำป้อนใหม่	☐	☐	
6	นำน้ำคอนเดนเสทกลับมาแลกเปลี่ยนความร้อนให้น้ำป้อน	☐	☐	
	<u>ระบบสุขาภิบาล</u>			
1	ปรับลดปริมาณน้ำที่แต่ละครั้งที่ Flush Valve อ่างล้างหน้า โถปัสสาวะ และโถส้วม	☐	☐	
2	ลดปริมาณน้ำที่ใช้ที่ถังน้ำชักโครกให้เหลือ 4 ลิตร / ครั้ง โดยใส่ก้อนอิฐหรือขวดน้ำ	☐	☐	
3	ใช้วาล์วประหยัดน้ำ หรือติด Water Flow Restrictor หรือ Aerator ที่วาล์วน้ำ	☐	☐	
4	ฝักบัวที่ใช้น้ำมากกว่า 2.5 ลิตร / นาที แต่ไม่มากกว่า 3 ลิตร / นาที ใช้วิธีหรี่น้ำ	☐	☐	
5	ฝักบัวที่ใช้น้ำมากกว่า 3 ลิตร / นาที ให้เปลี่ยนฝักบัวเป็นแบบประหยัด	☐	☐	
6	สำรวจและซ่อมวาล์วน้ำและท่อน้ำไม่ให้มีรอยรั่วอย่างสม่ำเสมอ	☐	☐	
7	ใช้ระบบปล่อยน้ำอัตโนมัติ (ไฟฟ้า) ที่โถปัสสาวะ	☐	☐	
	<u>หม้อแปลง</u>			
1	ปรับลดแรงดันหม้อแปลงไม่ให้สูงเกินความจำเป็น	☐	☐	
2	รวมโหลดให้ใช้หม้อแปลงจำนวนน้อยลง	☐	☐	
3	สลับใช้หม้อแปลงตัวใหญ่เวลาโหลดมาก และตัวเล็กเวลาโหลดน้อย	☐	☐	
4	ใช้หม้อแปลงตัวเล็กตอนกลางคืน	☐	☐	

ตารางที่ ง-2 ปริมาณและกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน

ปริมาณเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน			
AIM.PRD-2			
MACHINE	**POWER (KW)**	**AMOUNT**	**TOTAL (KW)**
1. AXIAL INSERTIAL	7.5	2	15
2. REDIAL INSERTIAL	10	6	60
3. CHIP MOUTING	74.6	1	74.6
TOTAL	**92.1**	**9**	**149.6**
PS.PRD-2			
MACHINE	**POWER (KW)**	**AMOUNT**	**TOTAL (KW)**
4. BENDER	0.06	2	0.12
5. CONVEYER	0.53	33	17.7
6. SOLDERING	7.56	7	53
7. CONVEYER	0.63	9	5.67
8. TESTER	0.25	10	2.5
9. INSPECTION	0.7	31	21.7
10. LOAD TEST	2.2	20	44
TOTAL	**11.93**	**112**	**144.69**
[PRD-2] TOTAL	**104.03**	**121**	**294.29**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-2 *ปริมาณและกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน(ต่อ)*

ERL. PRD-1			
MACHINE	**POWER (KW)**	**AMOUNT**	**TOTAL (KW)**
11. WINDING	0.77	60	46.2
12. CRIMPING	0.55	34	18.7
13. TAPPING	0.11	33	3.63
14. CONVEYER	0.22	16	4.718
15. STRIPPER	0.37	8	0.296
16. SOLDERING	0.6	1	0.6
17. SOLDER POT	0.99	2	1.98
18. INSULATER STRIPPER	0.66	6	3.96
19. WELDING	5.335	5	22.675
20. WELDING	10.669	18	192.042
21. INSPECTION	2.16	6	12.96
22. TESTER	0.44	1	0.44
23. VACUUM	2.2	2	4.4
24. TESTER	0.7	1	0.7
25. SOLDER POT	0.484	1	0.484
TOTAL	**26.258**	**194**	**313.785**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-2 *ปริมาณและกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน(ต่อ)*

SBT.PRD-1			
MACHINE	**POWER (KW)**	**AMOUNT**	**TOTAL (KW)**
26. WINDING	1.33	2	2.66
27. WINDING	0.22	43	9.46
28. SOLDERING	1.53	2	3.07
29. STAMPING	0.066	10	0.66
30. TAPPING	0.176	1	0.176
31. POWER SUPPLY	2	4	8
32. INSPECTION	0.44	18	8
33. SOLDERING	0.77	5	3.85
34. TESTER	0.1	1	0.1
35. CONVERTER	1	2	2
36. WINDING	0.57	8	4.572
37. WINDING	0.3	2	0.6
38. WINDING	0.4	3	1.2
39. ADHESIVE	0.015	6	0.09
40. WELDING	10.67	6	64
41. SOLDERING	0.48	1	0.48
42. PRESS	0.11	4	0.44
43. TESTER	0.7	1	0.7
44. BAKING OVEN	43.74	2	87.5
45. DIPPING	0.8	1	0.8
46. DIPPING	0.026	1	0.026
47. WINDING	0.2	3	0.6
48. WINDING	1.54	1	1.54
TOTAL	**67.183**	**127**	**200.524**

ตารางที่ ง-2 ปริมาณและกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน(ต่อ)

SWT. PRD-1			
MACHINE	**POWER (KW)**	**AMOUNT**	**TOTAL (KW)**
49. WINDING	0.196	130	25.48
50. TAPPING	0.176	16	2.816
51. WINDING	0.3	37	11.1
52. SOLDERING	0.65	12	7.8
53. TESTER	0.22	33	7.26
54. HI POT TEST	0.66	8	5.28
55. INSPECTION	0.55	13	7.15
56. TAPPING	0.4	26	10.4
57. SOLDERING	1.54	1	1.54
58. TESTER	0.11	32	3.52
59. WINDING	0.146	5	0.73
60. SOLDERING	0.77	4	3.08
61. STAMPING	0.066	4	0.264
62. SOLDERING	0.484	1	0.484
63. TESTER	0.44	2	0.88
64. WINDING	1.5	4	6
65. TESTER	0.1	5	0.5
66. BAKING OVEN	43.747	1	43.747
67. WINDING	0.528	2	1.056
TOTAL	**52.583**	**336**	**139.087**
[PROD.1] TOTAL	**146.024**	**657**	**653.396**

ตารางที่ ง-2 ปริมาณและกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน(ต่อ)

OPE			
MACHINE	**POWER (KW)**	**AMOUNT**	**TOTAL (KW)**
68. COLOR METER	0.1	1	0.1
69. GONIOPHOTOMETER	0.1	1	0.1
70. INDUSTRIAL MICROSCOPE	0.1	1	0.1
71. OPTICAL POWER METER	0.2	1	0.2
72. CURVE TRACER	0.2	1	0.2
73. STEREO MICROSCOPE	0.2	5	1
74. DISPENSOR	0.5	6	3
75. UV LRRADIATOR	0.8	2	1.6
76. TAPING MACHINE	1	1	1
77. ULTRASONIC WASHER	1	2	2
78. DIE BONDER	1.5	1	1.5
79. HEAT OVEN	1.5	4	6
80. TF CUTTING MACHING	1.5	1	1.5
81. WIRE BONDER	1.5	1	1.5
82. AUTOMETIC CHARACTERISTIC	5	1	5
83. TEMPARATURE CHARMBER	6	2	12
84. VACUUM EVAPORATOR	7.6	1	7.6
85. CENTRIFUGAL ELIMINATOR	0.5	1	0.5
86. DC POWER SUPPLY	0.19	1	0.19
87. HOT AIR RAPID DRYING OVEN	1.5	1	1.5
88. PARTICIE COUNTER	0.2	1	0.2
[OPE] TOTAL	**31.19**	**36**	**46.79**
GRAND TOTAL	**281.244**	**814**	**994.476**

ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด

		CODE	BRAND	BTU/HR	LOCATION (ROOM)	AREA M2	KW/HR	V	KW/M2/HR	SINCE	REMARKS
อาคารสำนักงาน (GA.)	1	11	DAISHITA	33,400	GA. OFFICE	210.36	4.4	220	0.086	1994	
	2	12	DAISHITA	33,400			3.3	220		1994	
	3	19	DAISHITA	33,400			3	220		1994	
	4	20	DAISHITA	33,400			3.4	220		1994	
	5	21	DAISHITA	33,400			4	220		1994	
	6	5	DAISHITA	25,800	VICE PRESIDENT RM.	25	2.86	220	0.11	1994	
	7	18	DAISHITA	33,400	PRESIDENT RM.	40.8	3.8	220	0.09	1994	
	8	15	DAIKIN	17,640	RECEPTION AREA	36.4	1.54	220	0.18	1988	
	9	16	DAISHITA	38,000			5.06	220		1988	
	10	39	CENTRAL AIR	35,200	NURSING ROOM	27.5	3.8	220	0.13	1996	
	11	14	DAIKIN	24,000	RECEPTION RM. 2	20.1	2.5	220	0.12	2000	
	12	17	DAISHITA	12,500	RECEPTION RM. 6	6.75	1.5	220	0.22	1988	
	13	1	DAIKIN	31,600	TRAINING ROOM2	40	3.6	220	0.19	1995	
	14	2	DAISHITA	35,300			4	220		1988	
	15	22	DAIKIN	31,600	ACT. 2.FLR.	19.38	3.5	220	0.18	1995	
	16	3	CENTRAL AIR	35,300	STORE ADM.	20	4.5	220	0.22	1995	
	17	4	DAIKIN	31,600	MAINTENANCE RM.	20	3.3	220	0.06	1995	
	18	6	CENTRAL AIR	12,500	INTERVIEW RM.	9	1.7	220	0.18	1997	
	19	7	SHARP	12,500	PAYROLL ROOM	17	1.3	220	0.8	1988	
	20	8	MITSHUBISHI	8,800			0.7	220		1999	
	21	10	DAIKIN	24,000	LIFE CLINIC ROOM	8	1.9	220	0.2	2001	
	22	13	DAISHITA	20,000	AUD. ROOM	19.9	2.6	220	0.13	1988	
	23	23	DAISHITA	18,300	RECRUIT ROOM	12.75	1.9	220	0.14	1988	

ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด(ต่อ)

		CODE	BRAND	BTU/HR	LOCATION (ROOM)	AREA M2	KW/HR	V	KW/M2/HR	SINCE	REMARKS
PRD-1 (ERL)	1	1	TRANE	28,712	SERVER ROOM (MIS)	22	2.99	220	0.4	1998	
	2	2	DAISHITA	18,300			2.48	220		1988	
	3	3	DAISHITA	28,000			3.36	220		1988	
	4	4	DAISHITA	16,000	MIS & QA ROOM	129	2.24	220	0.11	1988	
	5	5	DAISHITA	12,800			2.33	220		1988	
	6	66	CARRIER	124,500			10.53	380		2004	
	7	8	SHARP	12,000	RECEPTION 3	20	1.16	220	0.058	2000	
	8	9	SHARP	1,200	RECEPTION 4	20	1.16	220	0.058	2000	
	9	12	DAISHITA	35,300	RECEPTION ARAE						
	10	14	TRANE	600,000	PROD. ERL	1493.65	53.5	380	0.09	1998	
	11	15	TRANE	600,000			47.38	380		1998	
	12	16	TRANE	600,000			46.73	380		1998	
	13	17	DAIKIN	73,500	IE/ME WORKSHOP	99.75	8.88	380	0.12	1989	
	14	18	TRANE	35,300			4.18	220		1991	
	15	19	DAIKIN	31,600	QA. TESTING ROOM	84.42	4.18	220	0.11	1989	
	16	20	DAISHITA	35,300			4.62	220		1994	
	17	67	DAIKIN	13,300			0.96	220		2004	
	18	21	DAIKIN	52,000	MAINTENANCE ERL	63	6.05	380	0.09	1988	
	19	22	DAIKIN	31,600	OFFICE WH.	22.5	3.87	220	0.17	1995	
	20	23	DAIKIN	31,600	TESTING RM. QA	23	4.02	220	0.17	1995	
	21	24	DAIKIN	31,600	TESTING RM. QA	20	3.47	220	0.17	1995	
	22	25	DAIKIN	146,900	CC. OFFICE 2FLR.	551.66	11.51	380	0.08	1992	
	23	26	DAIKIN	146,900			11.45	380		1992	
	24	27	DAIKIN	102,000			7.89	380		1988	
	25	28	TRANE	128,000			10.2	380		1994	
	26	42	DAIKIN	102,000			8.22	380		1994	

ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด(ต่อ)

		CODE	BRAND	BTU/HR	LOCATION (ROOM)	AREA M2	KW/HR	V	KW/M2/HR	SINCE	REMARKS
PRD-1 (ERL)	27	29	MITSUBISHI	13,000	CC. OFFICE 2FLR.	9.2	1.38	220	0.15	1995	
	28	43	DAIKIN	204,000	SBT+SWT+TR	1280	14.47	380		1988	
	29	49	DAIKIN	204,000			14.47	380		1988	
	30	57	TRANE	360,000			31.59	380		1998	
	31	58	TRANE	360,000			42.12	380		1998	
	32		DAIKIN	102,000			10.07	380		OCT'04	
	33		DAIKIN	102,000			10.20	380		OCT'04	
	34		DAIKIN	102,000			10.39	380		OCT'04	
	35	NEW	DAIKIN	102,000			9.67	380		OCT'04	
	36		DAIKIN	102,000			9.67	380		OCT'04	
	37		DAIKIN	102,000			10.39	380		OCT'04	
	38		DAIKIN	102,000			9.54	380		OCT'04	
	39		DAIKIN	102,000			9.21	380		OCT'04	
	40	59	DAIKIN	51,000	FINAL SWT&TR	200	2.2	380	0.05	1994	
	41	60	DAIKIN	51,000			2.2	380		1994	
	42	61	DAIKIN	51,000			2.31	380		1994	
	43	62	YORK	146,000			3.74	380		1999	
	44	33	DAIKIN	31,600	PROD.1 OFFICE	234	3.3	220	0.05	1993	
	45	34	DAIKIN	31,600			3.52	220		1993	
	46	55	DAIKIN	22,400			2.2	220		1990	
	47	56	DAIKIN	22,400			2.99	220		1999	
	48	40	FUJISU	25,000	FG.OFFICE	21	2.64	220	0.12	2003	

ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด(ต่อ)

PRD-2 (PSU.) NOT INCLUDED OPE

	CODE	BRAND	BTU/HR	LOCATION (ROOM)	AREA M2	KW/HR	V	KW/M2/HR	SINCE	REMARKS
1	1	CENTRAL AIR	350,000	AIM.	600	30.27	380	0.12	1996	
2	25	AMENA	115,000			7.8	380		1994	
3	26	AMENA	115,000			9.2	380		1994	
4	27	AMENA	115,000			9.2	380		1994	
5	28	AMENA	115,000			9.2	380		1994	
6	2	CARRIER	48,000	STORE PSU.	46	5.26	380	0.11	1999	
7	3	CARRIER	18,000	WH.	116.4	1.5	220	0.06	1996	
8	4	CENTRAL AIR	25,800			2.64	220		1996	
9	5	CENTRAL AIR	38,700			3.63	220		1996	
10	6	CENTRAL AIR	35,400	MAINTENANCE RM.	28.8	3.63	220	0.12	1996	
11	7	CENTRAL AIR	33,400	PSU. OFFICE	151	3.67	220	0.11	1996	
12	8	CENTRAL AIR	33,400			3.19	220		1996	
13	9	CENTRAL AIR	33,400			3.25	220		1996	
14	10	CENTRAL AIR	33,400			3.27	220		1996	
15	11	CENTRAL AIR	33,400			3.67	220		1996	
16	12	CENTRAL AIR	12,500	MEETING ROOM	30	1.54	220	0.1	1996	
17	13	CENTRAL AIR	12,500			1.56	220		1996	
18	14	CENTRAL AIR	33,400	GUEST ROOM	30.6	3.19	220	0.1	1996	
19	15	CENTRAL AIR	33,400	QA. ROOM	180	3.49	220	0.1	1996	
20	16	CENTRAL AIR	33,400			3.25	220		1996	
21	17	CENTRAL AIR	33,400			3.14	220		1996	
22	18	CENTRAL AIR	33,400			3.19	220		1996	
23	19	CENTRAL AIR	33,400			3.23	220		1996	
24	20	CENTRAL AIR	33,400			3.12	220		1996	
25	125	CENTRAL AIR	500,000	PROD. LINE	1680	38.17	380	0.09	1996	
26	126	CENTRAL AIR	500,000			40.1	380		1996	
27	127	CENTRAL AIR	500,000			37.51	380		1996	
28	128	CENTRAL AIR	500,000			39.49	380		1996	

ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด(ต่อ)

		CODE	BRAND	BTU/HR	LOCATION (ROOM)	AREA M2	KW/HR	V	KW/M2/HR	SINCE	REMARKS
OPE	1	1	DAIKIN	44,400	2nd FLR.	189.25	4.54	380	0.097	AUG'2004	
	2	2	DAIKIN	44,400			4.54	380		AUG'2004	
	3	3	DAIKIN	44,400			4.60	380		AUG'2004	
	4	4	DAIKIN	44,400			4.47	380		AUG'2004	
	5	5	DAIKIN	204,000	1st FLR.	175	21.19	380	0.12	AUG'2004	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-3 ปริมาณและขนาดของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด(ต่อ)

อาคารวิศวกรรม (ตึกENG)

	CODE	BRAND	BTU/HR	LOCATION (ROOM)	AREA M2	KW/HR	V	KW/M2/HR	SINCE	REMARKS
1	1	DAIKIN	102,000	CANTEEN	561	10.13	380	0.1	1994	
2	2	DAIKIN	102,000			11.84	380		1994	
3	3	DAIKIN	102,000			11.64	380		1994	
4	4	DAIKIN	102,000			12.5	380		1994	
5	5	DAIKIN	102,000			11.05	380		1994	
6	6	YORK	56,000	ENG. 2 FLR.	565	5.33	380	0.12	2000	
7	7	YORK	56,000			5.66	380		2000	
8	8	YORK	56,000			5.06	380		2000	
9	9	YORK	56,000			5.13	380		2000	
10	10	YORK	56,000			5	380		2000	
11	11	YORK	56,000			5.26	380		2000	
12	12	YORK	56,000			5.92	380		2000	
13	13	YORK	56,000			5.59	380		2000	
14	14	YORK	56,000			6.18	380		2000	
15	15	YORK	56,000			5.19	380		2000	
16	16	YORK	56,000			5.66	380		2000	
17	17	YORK	56,000			5.79	380		2000	
18	32	TRANE	35,000			3.62	380		1997	
19	18	DAIKIN	12,000	TRAINING ROOM	6.6	1..232	220	0.18	1988	
20	19	DAIKIN	31,600	TRAINING ROOM	117	2.75	220	0.07	1994	
21	20	DAIKIN	31,600			3.08	220		1994	
22	21	DAIKIN	31,600			3.03	220		1994	
23	22	TRANE	35,000	3 FLR. TESTING RM.1	65.6	2.76	380	0.3	1998	
24	23	TRANE	35,000			3.81	380		1994	
25	24	DAIKIN	31,600	3 FLR. TESTING RM.2	69.56	3.82	220	0.09	1988	
26	25	DAIKIN	31,600			3.03	220		1988	
27	26	AMENA	120,000	3 FLR. OFFICE	136	9.87	380	0.14	1994	
28	27	AMENA	120,000			9.93	380		1994	

รายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ชื่อมาตรการ	ปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาพัก
จำนวนอุปกรณ์ที่ปรับปรุง	85 เครื่อง หรือ 526.79 ตัน จากทั้งหมด 133เครื่อง
สถานที่ทำการปรับปรุง	PRD-1,PRD-2,OPE,GA & ENG.

		kW	kWh/ปี	บาท/ปี
1)	**เป้าหมายเชิงปริมาณ**	489.61	119,954	340,670
2)	**ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนปรับปรุง**	1,032.81	3,944,833	12,228,982
3)	**ระดับการใช้พลังงานเป้าหมายหลังปรับปรุง**	1,032.81	3,824,879	11,888,312

4)	**เงินลงทุนทั้งหมด**	ไม่มี
5)	**ระยะเวลาคืนทุน**	ไม่มี

6) สภาพเดิม

มีการปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาพักบ้างเป็นบางส่วน แต่ไม่สม่ำเสมอ เพราะไม่มีระเบียบและกฎเกณฑ์ให้ชัดเจน

7) สภาพการดำเนินการปรับปรุง

ประชุมวางแผนงาน ประชาสัมพันธ์ขอความร่วมมือในแต่ละส่วน กำหนดผู้รับผิดชอบในการปิด เปิด ให้ชัดเจน ออกเป็นกฎระเบียบให้ปฏิบัติโดยพร้อมเพรียงกันอย่างเคร่งครัด ในส่วนกลางควรจัดผู้คอยตรวจสอบการดำเนินงานในแต่ละส่วนด้วย

8) วิธีตรวจสอบผลประหยัด

ใช้มิเตอร์ตรวจวัดหาค่าพลังงานไฟฟ้า ก่อน และหลัง การดำเนินงานในแต่ละส่วน แล้วดูบิลค่าไฟฟ้าโดยรวมจะลดลงเท่าไรในเดือนถัดไป แล้วจึงคำนวณหาผลประหยัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EXAMPLE Co.,Ltd.

Company environmental objective and target

Objective เพื่อปรับปรุงการใช้เครื่องปรับอากาศให้ภาระการทำงานลดลงแต่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

Target ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศลง 3%

Environmental performance index

Present status ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศทั้งหมดประมาณ 328,736 kWh ต่อเดือน จากเดือนมิถุนายน 2548

Subject : **Objective and targets list**	**Revised date**	**Effective date**	**Prepared by**	**Approved by**
Departman PRD-1,PRD-2,OPE,GA & ENG.		11/7/2005		

No.	Objective	Target	Performance Index	Present status
1	เพื่อลดพลังงานไฟฟ้าในการใช้เครื่องปรับอากาศ และลดภาระการใช้งานของเครื่องลง	ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศลง 3% หรือ ลดลงเหลือประมาณ 318,740 kWh ต่อเดือน หรือ 605 kWh / ตัน / เดือน เป็นเงินประมาณ 988,094 บาท ต่อเดือน	จำนวนการใช้พลังงานไฟฟ้า kWh/เดือน หรือ kWh/ตัน(12,000Btu/hr)/เดือน	328,736 kWh / เดือน หรือ 624kWh/ตัน/เดือน เป็นเงินประมาณ 1,019,081 บาท/เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

240

EXAMPLE CO.,LTD.

Document No. :		Rev. 0	Revised Date 30-เม.ย.-05	Effective Date 30-เม.ย.-05	Page 1 of 1

Objective	เพื่อลดภาระในการใช้เครื่องปรับอากาศและลดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศลงจำนวน 85 เครื่องรวม 6,321,487 Btu/hr หรือ 526.79ตันความเย็น
Target	ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศลง 3%
Performance index	ปริมาณการใช้ พลังงงานไฟฟ้า kWh/ตันความเย็น/เดือน
Present status	ค่าเฉลี่ยการใช้ พลังงานไฟฟ้า 624 / ตัน / เดือน

Subject : โครงการปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาพัก

Detail	Responsibility	2005									2006			Remarks
		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
1)สำรวจและตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า	suvit				■									
ในเครื่องปรับอากาศที่จะทำการปิด														
2)จัดทำแบบฟอร์มสำรวจเครื่องปรับอากาศใน	suvit				■									
แต่ละหน่วยงาน														
3)สำรวจจำนวนเครื่องปรับอากาศในแต่ละ	all users				■									
หน่วยงานและกำหนดเครื่องที่จะทำการปิด														
4)จัดผู้รับผิดชอบในการปิดเครื่องปรับอากาศใ	manager's				■									
ช่วงเวลาพัก														
5)เริ่มดำเนินการควบคุมการปิดเครื่องทำ	staff's				■	■	■	■	■	■				
ความเย็นที่กำหนด														
6)ดำเนินการตรวจวัดในจุดที่ทำการปรับปรุง	suvit					■	■							
และบันทึกกิโลวัตต์มิเตอร์เพื่อนำมาประเมิน														
ผลการประหยัดในแต่ละเดือน														

Remarks	Prepared By	Approved By
		(Environmental Management Representative)
	Date	Date

FM - ISO0 - 1008 REV. 00

รายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ชื่อมาตรการ	ล้าง Filter Air ขนาด 20 ตันขึ้นไป 3 วันครั้ง
จำนวนอุปกรณ์ที่ปรับปรุง	20 ตัน = 3 ชุด, 35 ตัน = 3 ชุด, 50 ตัน = 7 ชุด, รวม=13ชุด
สถานที่ทำการปรับปรุง	PRD-1 , PRD-2 , OPE

		kW	kWh/ปี	บาท/ปี
1)	**เป้าหมายเชิงปริมาณ**	24.67	106,470	330,057
2)	**ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนปรับปรุง**	493.45	2,129,391	6,601,111
3)	**ระดับการใช้พลังงานเป้าหมายหลังปรับปรุง**	468.77	2,022,221	6,268,885

4)	**เงินลงทุนทั้งหมด**	ไม่มี
5)	**ระยะเวลาคืนทุน**	ไม่มี

6) สภาพเดิม

เครื่องปรับอากาศขนาด 20 ตันขึ้นไป ที่ใช้ในฝ่ายผลิต มีทั้งหมด 13 เครื่อง ปกติจะจ้างผู้รับเหมาเข้ามาทำการ Service เดือนละครั้งแต่โดยทั่วไประยะเวลาแค่ 3 วัน Filter ก็เริ่มตัน ภายใน 1 อาทิตย์ ก็จะตันสนิท และจะตันเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนกว่าจะมีคนมา serviceดังนั้นหลังจากทำการล้าง Filter ตั้งแต่1อาทิตย์ขึ้นไปเครื่องปรับอากาศจะทำงานหนักขึ้นเรื่อยๆเพราะทั้งมอเตอร์พัดลมระบายEvaporater(คอล์ยเย็น)และCondenser(คอล์ยร้อน) จะต้องทำงานหนักขึ้นคอมเพรสเซอร์ก็ต้องแบกน้ำหนักเพิ่มขึ้นและไม่มีโอกาสได้หยุดพัก เพราะเครื่องไม่สามารถทำความเย็นตามที่ตั้งอุณหภูมิไว้ในห้องได้ ทำให้Thermostatไม่ตัด การกินกระแสไฟก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆนอกจากนี้ยังส่งผลให้ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบเครื่องทำความเย็นเสื่อมสภาพเร็วขึ้นประสิทธิภาพและอายุงานลดลงจนชำรุด ในที่สุดส่งผลให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเพิ่มขึ้นอีกด้วย

7) สภาพการดำเนินการปรับปรุง

ให้ทำการล้าง filter air ที่กำหนดไว้ทุกๆ 3 วันอย่างสม่ำเสมอฉีดล้าง Condensing Unit ทุกๆ 1 เดือน ใช้น้ำยาล้าง Evaporater และ Condenser ทุกๆ 6 เดือนพร้อมทั้งปรับแต่งและหล่อลื่นจุดหมุนต่างๆ เช่น ลูกปืน บู๊ท ปรับแต่งความตึงของสายพานให้พอดีตรวจสอบจุดต่อของระบบวงจรไฟฟ้าให้แน่นทุกจุด สำรวจทำความสะอาดหน้า Contact ตรวจวัดแรงดันน้ำยา กระแสไฟให้ Balance ทำความสะอาดถาดน้ำทิ้ง และท่อน้ำทิ้งพร้อมทั้งตัวถังให้เกลี้ยงเคลียร์พื้นที่บริเวณรอบๆอย่าให้มีอะไรมาขวางทางระบายอากาศของเครื่อง ทำตามขั้นตอนอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า เพิ่มประสิทธิภาพในการทำความเย็น และยืดอายุการใช้งานได้มากขึ้น

8) วิธีตรวจสอบผลประหยัด

ใช้มิเตอร์ตรวจวัดหาค่าพลังงานไฟฟ้า ก่อน และหลัง การปรับปรุง แล้วคอยดูบิลค่าไฟฟ้าโดยรวมว่าลดลงเท่าไรภายใน 3 เดือน ก็จะหาค่ามาตรฐานมาประเมินผลประหยัดได้

EXAMPLE Co.,Ltd.

Company environmental objective and target

Objective เพื่อปรับปรุงและบำรุงรักษาให้เครื่องปรับอากาศขนาด 20 ตันขึ้นไปทำงานได้มีประสิทธิภาพขึ้น

Target ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศที่ทำการปรับปรุงลง 5%

Environmental performance index

Present status ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศที่จะทำการปรับปรุงทั้งหมดประมาณ 177,449 kWh ต่อเดือน จากเดือนมิถุนายน 2548

Subject : **Objective and targets list**	**Revised date**	**Effective date**	**Prepared by**	**Approved by**
Departman PRD-1,PRD-2,OPE		11/7/2548		

No.	Objective	Target	Performance Index	Present status
1	เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศขนาด 20 ตัน ขึ้นไปให้สูงขึ้น	ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศลง 5% หรือ ลดลงเหลือประมาณ 168,576kWh ต่อเดือน หรือ 369 kWh / ตัน / เดือน เป็นเงินประมาณ 522,587 บาท ต่อเดือน	จำนวนการใช้พลังงานไฟฟ้า kWh/เดือน หรือ kWh/ตัน(12,000Btu/hr)/เดือน	177,449 kWh / เดือน หรือ 388kWh/ตัน/เดือน เป็นเงินประมาณ 550,091 บาท/เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

243

EXAMPLE CO.,LTD.

Document No. :		Rev. 0	Revised Date	Effective Date	Page 1 of 1

Objective	เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 20 ตันขึ้นไปให้สูงขึ้น
Target	ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศลง 5%
Performance index	ปริมาณการใช้ พลังงงานไฟฟ้า kWh/ตันความเย็น/เดือน
Present status	ค่าเฉลี่ยการใช้ พลังงานไฟฟ้า 388 / ตัน / เดือน หรือใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 177,449 kWh/เดือน
Subject :	โครงการล้างFilter Air ขนาด 20 ตันขึ้นไปจาก 1 เดือนเป็น 3วันครั้ง

Detail	Responsibility	2005									2006			Remarks
		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
1)ตรวจวัดกระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้า	suvit				■									
ก่อนทำการปรับปรุงแอร์ทั้งหมด 13 เครื่อง														
2)วางแผนการดำเนินงานในการล้าง Filter air	jantra,komin				■									
แล้วจัดทำ Schedule ให้ลงตัว														
3)ดำเนินการล้างFilter ตาม Schedule	komin				■	■	■	■	■	■				
ที่กำหนด														
4)ตรวจวัดกระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้าจาก	suvit					■	■	■	■	■				
จุดเดิมที่วัดไว้ จดบันทึกกิโลวัตต์มิเตอร์ทุกๆ														
เดือนเพื่อทำการประเมินหาค่าการประหยัด														

Remarks	Prepared By	Approved By
		(Environmental Management Representative)
	Date	Date

FM - ISO0 - 1008 REV. 00

รายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ชื่อมาตรการ	ปรับตั้งเครื่องปรับอากาศให้อยู่ที่ 26องศาเซลเซียส
จำนวนอุปกรณ์ที่ปรับปรุง	133 เครื่อง หรือประมาณ 962.346 ตันความเย็น
สถานที่ทำการปรับปรุง	ภายในบริษัททั้งหมด

		kW	kWh/ปี	บาท/ปี
1)	**เป้าหมายเชิงปริมาณ**	52.117	175,076	542,735
2)	**ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนปรับปรุง**	1042.34	3,501,520	10,854,712
3)	**ระดับการใช้พลังงานเป้าหมายหลังปรับปรุง**	990.223	3,326,444	10,311,977

4)	**เงินลงทุนทั้งหมด**	ไม่มี
5)	**ระยะเวลาคืนทุน**	ไม่มี

6) สภาพเดิม

ไม่มีการควบคุมในการปรับตั้งอุณหภูมิของห้องให้เครื่องปรับอากาศหยุดทำงานที่ 26องศาเซลเซียสไม่มีการเช็คประสิทธิภาพแอร์ทั้งโรงงานว่าแต่ละตัวทำงานได้กี่เปอร์เซ็น ในกรณีที่ในพื้นที่นั้นมีแอร์หลายตัวจะมีการเฉลี่ยให้แอร์ทำงาน Balance กันหรือไม่ ไม่มีการตรวจเช็คเทอร์โมสตัทที่ปรับอุณหภูมิในแต่ละพื้นที่ว่าตรงตามกำหนดหรือไม่ ยังไม่มีการกำหนดผู้รับผิดชอบในแต่ละพื้นที่และยังไม่มีการประชาสัมพันธ์และการกำหนดนโยบายให้ชัดเจน

7) สภาพการดำเนินการปรับปรุง

ตรวจเช็คสภาพแอร์โดยช่าง และทำการปรับตั้งเทอร์โมสตัทให้ได้ตามกำหนด นำเสนอฝ่ายบริหารเพื่อทำการประชาสัมพันธ์และกำหนดนโยบายพร้อมทั้งผู้รับผิดชอบ

8) วิธีตรวจสอบผลประหยัด

ทำการตรวจวัดและจดบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละส่วนก่อนและหลังดำเนินมาตรการแล้วนำมาประเมินผลโดยคำนึงถึง วันและเวลา รวมถึงอุณหภูมิภายนอกด้วย

EXAMPLE Co.,Ltd.

Company environmental objective and target

Objective เพื่อปรับปรุงการใช้เครื่องปรับอากาศให้ภาระการทำงานลดลงแต่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

Target ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศลง 5%

Environmental performance index

Present status ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศประมาณ 291,793 kWh ต่อเดือน จากเดือนมิถุนายน 2548

Subject : **Objective and targets list**	**Revised date**	**Effective date**	**Prepared by**	**Approved by**
Departman ทั้งบริษัท		11/7/2548		

No.	Objective	Target	Performance Index	Present status
1	เพื่อลดพลังงานไฟฟ้าในการใช้เครื่องปรับอากาศ และลดภาระการใช้งานพร้อมทั้งยืดอายุการใช้งานของเครื่อง	ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศลง 5% หรือ ลดลงเหลือประมาณ 277,203 kWh ต่อเดือน หรือ 288 kWh / ตัน / เดือน เป็นเงินประมาณ 859,329 บาท ต่อเดือน	จำนวนการใช้พลังงานไฟฟ้า kWh/เดือน หรือ kWh/ตัน(12,000Btu/hr)/เดือน	291,793 kWh / เดือน หรือ 303kWh/ตัน/เดือน เป็นเงินประมาณ 904,558 บาทต่อเดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

246

EXAMPLE CO.,LTD.

Document No. :		Rev. 0	Revised Date	Effective Date	Page 1 of 1

Objective	เพื่อปรับปรุงการใช้เครื่องปรับอากาศให้ภาระการทำงานลดลงแต่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
Target	ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศลง 5%
Performance index	ปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้า kWh/ตันความเย็น/เดือน
Present status	ค่าเฉลี่ยการใช้ พลังงานไฟฟ้า 303 KWh / ตัน / เดือน
Subject :	โครงการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 26องศาเซลเซียส

Detail	Responsibility	2005									2006			Remarks
		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
1)ทำการตรวจวัดกำลังและกระแสไฟฟ้า	suvit,komin				■									
ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด														
2)ตรวจเช็คสภาพของเครื่องปรับอากาศให้ใช้	suvit,komin				■	■	■							
งานได้ตามปรกติทุกเครื่อง														
3)ปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่เทอร์โม	suvit,komin				■	■	■							
สตัทและFIXค่าทุกตัวให้อยู่ที่ 26องศา														
4)ทำการอบรมประชาสัมพันธ์ และวางนโยบา	ngj,pwut				■	■								
ให้พนักงานเข้าใจถึงมาตรการการควบคุม														
อุณหภูมิแอร์														
5)จดบันทึกที่KW meterก่อนและหลังดำเนิน	suvit				■	■	■	■	■	■				
มาตรการและตรวจสอบทุกเดือนเพื่อตรวจ														
สอบและประเมินหาผลการประหยัด														

Remarks	Prepared By	Approved By
		(Environmental Management Representative)
	Date	Date

FM - ISO0 - 1008 REV. 00

รายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ชื่อมาตรการ	ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระบบปรับอากาศ
จำนวนอุปกรณ์ที่ปรับปรุง	เปลี่ยนเป็นแอร์ขนาด 36,100 Btu/hr 1เครื่อง
สถานที่ทำการปรับปรุง	Server Room MIS. Section

		kW	kWh/ปี	บาท/ปี
1)	**เป้าหมายเชิงปริมาณ**	1.83	16,567	47,631
2)	**ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนปรับปรุง**	5.84	25,228	72,531
3)	**ระดับการใช้พลังงานเป้าหมายหลังปรับปรุง**	4.01	8,661	24,900

4)	**เงินลงทุนทั้งหมด**	70,566	บาท
5)	**ระยะเวลาคืนทุน**	1.7	ปี

6) สภาพเดิม

ใช้แอร์ควบคุมอุณหภูมิอยู่ 2 ตัว คือDAISHITA 18,300 Btu/Hr และTRANE 28,000 Btu/Hr รวม 46,300 Btu/Hrใน 1 วันเดินเครื่อง 24 ช.ม. ตลอดไม่มีการตัด เพราะแอร์ไม่สามารถทำอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ตามที่ต้องการได้เนื่องจากแอร์ทั้ง 2 ตัว ใช้งานมา 17 ปี ทำให้มีประสิทธิภาพในการทำความเย็นแค่ 50 % มีการซ่อมแซมบ่อยครั้ง เพราะเสียบ่อยทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณและผู้ใช้หงุดหงิด เพราะห้องต้องควบคุมความเย็นอุปกรณ์สำคัญใช้พลังงานไฟฟ้าสูงเพราะไม่ใช่แอร์ประหยัดพลังงาน และ เดินตลอดที่เปิดไม่มีการตัด ทำให้เปลืองไฟและชำรุดบ่อย

7) สภาพการดำเนินการปรับปรุง

นำแอร์ DAIKIN MODEL FHY125BVE/R100LUVIS 220V./1PH 36,100 Btu / hr กำลังไฟฟ้า 4.01 KW. จำนวน 1 ตัว มาติดตั้งเพิ่มเติมจะสามารถทำอุณหภูมิห้องให้ได้ 20 องศาเซลเซียสและแอร์ชุดเดิม 2 ตัว ให้เก็บสำรองไว้ทำงานเฉพาะช่วงกลางคืน 12 ช.ม. โดย แอร์ DAISHITAใช้พลังงานไฟฟ้า 2.24 Kw และแอร์ TRANE ใช้พลังงานไฟฟ้า 2.95 Kw

8) วิธีตรวจสอบผลประหยัด

มาตรการนี้นำเข้าโครงการนำร่องเพื่อลดหย่อนภาษี จึงให้ทาง พพ.เข้ามาตรวจสอบและควบคุมการตรวจวัดก่อนและหลังการติดตั้ง

EXAMPLE CO.,LTD.

Document No. :		Rev. 0	Revised Date 30-เม.ย.-05	Effective Date 30-เม.ย.-05	Page 1 of 1

Objective	เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความเย็นให้ห้อง Server room MIS.Section
Target	ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลง 29.5%จาการใช้แอร์ 18,300 Btu/hr & 28,000 Btu/hr
Performance index	ปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ 2 เครื่อง 46,300 Btu/hr
Present status	ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,102.33 kWh / เดือน

Subject : โครงการเปลี่ยนแอร์ที่ Server Room

Detail	Responsibility	2005									2006			Remarks
		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
1. เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ พลังงานไฟฟ้า	suvit													
ของแอร์เดิม 2 เครื่อง														
2.สำรวจตลาดแอร์ตัวใหม่ตรวจสอบคุณสมบัติ	jantra													
และราคาพร้อมนำเสนอ														
3. ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์	committee													
4.ดำเนินการจัดซื้อพร้อมทำสัญญา	jantra													
5.ตรวจสอบสเป็คและอุปกรณ์ประกอบ พร้อม	suvit,komin													
วางแผนการติดตั้ง														
6.ดำเนินการรื้อถอนแอร์เก่าออก	komin													
7.ควบคุมการติดตั้งและตรวจสอบการใช้งาน	suvit,komin													
8.ตรวจวัดการใช้พลังงาน รวบรวมข้อมูลและ	suvit													
วัดผลค่าใช้จ่าย														
9.สรุปและรายงานผล	suvit													

Remarks	Prepared By	Approved By
		(Environmental Management Representative)
	Date	Date

FM - ISO0 - 1008 REV. 00

รายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ชื่อมาตรการ	เปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กเป็นประสิทธิภาพสูง
จำนวนอุปกรณ์ที่ปรับปรุง	2991 ชุด
สถานที่ทำการปรับปรุง	ภายในบริษัททั้งหมด

		kW	kWh/ปี	บาท/ปี
1)	**เป้าหมายเชิงปริมาณ**	15.05	57,928	173,784
2)	**ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนปรับปรุง**	149.55	579,278	1,737,834
3)	**ระดับการใช้พลังงานเป้าหมายหลังปรับปรุง**	134.6	521,350	1,564,050

4)	**เงินลงทุนทั้งหมด**	284,145 บาท
5)	**ระยะเวลาคืนทุน**	1.5 ปี

6) สภาพเดิม

มีการใช้หลอดไฟฟ้า Fluoresent 36 W. ภายในบริษัททั้งหมด 2991 ชุดเปิดใช้ในเวลางาน
ประมาณ 245 วัน ต่อปีเฉลี่ยวันละ10 - 22ช.มต่อวันอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.84 บาทต่อหน่
ดัชนีการใช้พลังงานเฉลี่ย 15.5 W. ต่อ ต.ร.ม.ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี 2004
ทั้งหมด = 7,942,440 หน่วย เป็นเงิน 22,562,028.07 บาทบัลลาสต์เดิมที่ใช้อยู่มีอายุ
การใช้งานเฉลี่ยตามสัดส่วน ดังนี้ 10 - 17 ปี ประมาณ 20 % ; 5 - 10 ปี ประมาณ 20 % ;
3 - 5 ปี ประมาณ 20 % ; 1 - 3 ปี ประมาณ 20 % ; ต่ำกว่า 1 ปี ประมาณ 20 %
ราคาบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา ตัวละ 50 บาท ; ราคา Lowloss Ballast ตัวละ 95 บา

7) สภาพการดำเนินการปรับปรุง

ทยอยถอดบัลลาสต์เดิมออกแล้วเปลี่ยนใส่ Lowloss Ballast ไปที่ละส่วนโดยเลือกเปลี่ยน
โดยเลือกเปลี่ยนส่วนที่คาดว่าอายุการใช้งานนานที่สุดก่อน
โดยแบ่งโซนออกเป็น 3 โซน รวมกันทั้งหมดมี 25 ส่วน

8) วิธีตรวจสอบผลประหยัด

ใช้มิเตอร์ตรวจวัดหาค่าพลังงานไฟฟ้า ก่อน และหลัง การเปลี่ยนในแต่ละโซน
แล้วคอยดูบิลค่าไฟฟ้าโดยรวมจะลดลงเท่าไร
ในเดือนถัดไปหลังจากงานเสร็จ 100 % แล้วจึงคำนวณหาผลประหยัด

EXAMPLE CO.,Ltd.

Company environmental objective and target

Objective เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างและลดอุณหภูมิในตัวบัลลาสต์ลงประมาณ 30 %

Target ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลง 0.73 % ต่อปี ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด หรือ เป็นค่าพลังงานไฟฟ้าประมาณ 164,515 บาท/ปี

Environmental performance index

Present status ค่าเฉลี่ยการใช้ พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างปี 2004 = 68.88 kWh/ต.ร.ม./ปี

Subject : **Objective and targets list** **Departman** ภายในบริษัททั้งหมด	**Revised date**	**Effective date** 24/6/2005	**Prepared by**	**Approved by**

No.	Objective	Target	Performance Index	Present status
1	เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบไฟฟ้าส่องสว่างของหลอด Fluoresent 36 W. ทั้งหมด	ลดปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้าลง 0.73%หรือเป็นเงินประมาณ 164,515 บาท/ปี	จำนวนการใช้ พลังงานไฟฟ้า kWh/เดือน	48,273 kWh/เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

251

EXAMPLE CO.,LTD.

Document No. :		Rev. 0	Revised Date 30-เม.ย.-05	Effective Date 30-เม.ย.-05	Page 1 of 1

Objective	เพื่อปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างให้ได้มาตรฐานตามการอนุรักษ์พลังงาน
Target	ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างลง 10%
Performance index	ปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้าในระบบ Fluoresent 36 w. มีทั้งหมด 2991 ชุด ใช้พลังงานไฟฟ้า = 579,278 kWh/ปี ในพื้นที่ 8418.37 ต.ร.ม.
Present status	ค่าเฉลี่ยการใช้ พลังงานไฟฟ้า 48,273 kWh/เดือน
Subject :	โครงการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กแบบเดิมในระบบ Fluoresent 36 W. เป็นแบบประสิทธิภาพสูง

Detail	Responsibility	2005									2006			Remarks
		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
1)ตรวจวัดการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง	SUVIT													
ของFluoresent 36w. โดยละเอียดทั้งหมด														
2) ตรวจสอบราคาและและประสิทธิภาพของ	jantra													
Lowloss Ballast ที่ได้มาตรฐานที่สุด														
3)ดำเนินการสั่งซื้อพร้อมทั้งตรวจสอบสัญญา	jantra													
คำประกัน														
4) ขั้นตอนดำเนินงาน														
ทยอยถอดบัลลาสต์เก่าออกแล้วเปลี่ยนใส่														
Lowloss Ballast ในแต่ละโซน														
-ในส่วนของ Prod.1 เปลี่ยน 1387 ชุด	samart,wiboon													
-ในส่วนของ Prod.2 เปลี่ยน 912 ชุด	bantom,praiwan													
- ในส่วนสำนักงานและอื่นๆ 692 ชุด	komin,kwanyean													
5) ตรวจสอบและทำการวัดประเมินผล	suvit													

Remarks	Prepared By	Approved By
		(Environmental Management Representative)
	Date	Date

FM - ISO0 - 1008 REV. 00

รายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ชื่อมาตรการ	ปิดไฟฟ้าที่สูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ช่วงเวลาพัก
จำนวนอุปกรณ์ที่ปรับปรุง	2747 ชุด
สถานที่ทำการปรับปรุง	ภายในบริษัททั้งหมด

		kW	**kWh/ปี**	**บาท/ปี**
1)	**เป้าหมายเชิงปริมาณ**	120.385	29,494	91,432
2)	**ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนปรับปรุง**	149.55	586,236	1,817,331
3)	**ระดับการใช้พลังงานเป้าหมายหลังปรับปรุง**	149.55	556,742	1,725,899

4)	**เงินลงทุนทั้งหมด**	ไม่มี
5)	**ระยะเวลาคืนทุน**	ไม่มี

6) สภาพเดิม

ไม่มีแผนการปิดไฟในช่วงเวลาพักทานอาหารทั้งกะกลางวันและกลางคืน

7) สภาพการดำเนินการปรับปรุง

ประชุมวางแผนงานแล้วขอความร่วมมือในแต่ละส่วน จัดทำการประชาสัมพันธ์ กำหนดผู้รับผิดชอบ อาจออกกฎบังคับไปยังหัวหน้าฝ่ายในแต่ละหน่วยงานถ้า ไม่ให้ความร่วมมือ

8) วิธีตรวจสอบผลประหยัด

ทำการตรวจวัดกระแสไฟฟ้า และ แรงดันไฟฟ้า พร้อมทั้งบันทึก กิโลวัตต์มิเตอร์ ก่อนและหลังดำเนินมาตรการและทำการบันทึกและตรวจวัดในจุดเดิมทุกๆเดือน และนำค่าเฉลี่ยวันและเวลาทำงานมาทำการประเมินด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EXAMPLE Co.,Ltd.

Company environmental objective and target

Objective เพื่อปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างให้ลดการใช้ในส่วนที่สิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น

Target ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างในส่วนที่กำหนด 2,747 ชุดลง 5 %

Environmental performance index

Present status ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างประมาณ 48,853 kWh ต่อเดือน หรือ ประมาณ 151, 444 บาท

Subject : **Objective and targets list**	**Revised date**	**Effective date**	**Prepared by**	**Approved by**
Departman ภายในบริษัททั้งหมด				

No.	Objective	Target	Performance Index	Present status
1	เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างลงในส่วนที่เปล่าประโยชน์	ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลง 5% หรือลดลงเหลือ 43,396 kWh ต่อเดือน	จำนวนการใช้ พลังงานไฟฟ้า kWh/เดือน	48,853 kWh/เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

254

EXAMPLE CO.,LTD.

Document No. :		Rev. 0	Revised Date	Effective Date	Page 1 of 1

Objective	เพื่อปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างในส่วนที่สิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็นลง
Target	ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างลง 5 % หรือประมาณ 2,457 kWh ต่อเดือน
Performance index	ปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้า kWh/เดือน
Present status	ค่าเฉลี่ยการใช้ พลังงานไฟฟ้าในส่วนมี่จะทำการปรับปรุงประมาณ 48,853 kWh/เดือน หรือเป็นเงินประมาณ 151,444 บาทในเดือน มิถุนายน 2548
Subject :	โครงการปิดไฟฟ้าแสงสว่างที่ไม่จำเป็นในช่วงเวลาพัก

Detail	Responsibility	2005									2006			Remarks
		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
1)ตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสง	suvit													
สว่าง ทั้งหมด														
2)จัดทำแบบฟอร์มสำรวจหลอดไฟในแต่ละ	suvit													
ส่วนและกำหนดหลอดที่จะทำการปิด														
3)สำรวจหลอดไฟในแต่ละส่วนว่ามีจำนวน	all users													
เท่าไร และกำหนดสวิทช์ควบคุม														
4)กำหนดตัวบุคคลที่รับผิดชอบในการเปิด-ปิด	manager's													
ไฟในช่วงเวลาพัก														
5)ดำเนินการปิดไฟในช่วงเวลาพัก	staff's													
6)ตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบแสง	suvit													
สว่างสรุปประเมินผลการประหยัด														

Remarks	Prepared By	Approved By
		(Environmental Management Representative)
	Date	Date

FM - ISO0 - 1008 REV. 00

รายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ชื่อมาตรการ	ปรับปรุงประสิทธิภาพเตาเผา
จำนวนอุปกรณ์ที่ปรับปรุง	หัวเผาห้องเผาไหม้
สถานที่ทำการปรับปรุง	PRD-1.(ERL.)

		Kg/ตัว	Kg/ปี	บาท/ปี
1)	**เป้าหมายเชิงปริมาณ**	0.002	13,211	183,369
2)	**ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนปรับปรุง**	0.038	251,016	3,484,102
3)	**ระดับการใช้พลังงานเป้าหมายหลังปรับปรุง**	0.036	237,805	3,300,733

4)	**เงินลงทุนทั้งหมด**	ไม่มี
5)	**ระยะเวลาคืนทุน**	ไม่มี

6) **สภาพเดิม**

มีการใช้ก๊าซ LPG ในกระบวนการอบแต่ไม่ได้วัดค่าเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ว่าอัตราส่วนระหว่างอากาศและเชื้อเพลิงเหมาะสมหรือไม่

7) **สภาพการดำเนินการปรับปรุง**

ประชุมวางแผนงาน จัดผู้รับผิดชอบในการเก็บข้อมูล ติดตั้งเครื่องมือ และทำการตรวจวัดพร้อมหาแนวทางประหยัดพลังงานด้วยการปรับอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงที่พอเหมาะเพราะ อัตราส่วนปริมาณ LPGต่อผลผลิต ERL เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีผู้รับผิดชอบหาสาเหตุที่เกิด

8) **วิธีตรวจสอบผลประหยัด**

หาอัตราส่วนปริมาณเชื้อเพลิงต่อหน่วยผลผลิต ERL ว่าลดลงเท่าไหร่เมื่อกระบวนการทำงานเหมือนเดิม แล้วจึงคำนวณหาผลประหยัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EXAMPLE Co.,Ltd.

Company environmental objective and target

Objective เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานความร้อน

Target ลดปริมาณการใช้ LPG ลง 10 %

Environmental performance index

Present status ค่าเฉลี่ยการใช้ LPG ปี 2004 = 0.038 kg / ตัว / เดือน

Subject : **Objective and targets list** **Departman** production 1 ERL	**Revised date**	**Effective date** 30/4/2005	**Prepared by**	**Approved by**

No.	Objective	Target	Performance Index	Present status
1	เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ LPG ให้สูงขึ้น	ลดปริมาณการใช้ LPG ลง10% หรือลดลงเหลือ 0.0360 kg./ ตัว / เดือน	จำนวนการใช้ LPG ต่อหม้อแปลง 1 ตัว	0.038 kg / ตัว / เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FM - ISO0 - 1007 REV. 00

EXAMPLE CO.,LTD.

Document No. :		Rev. 0	Revised Date 30-เม.ย.-05	Effective Date 30-เม.ย.-05	Page 1 of 1

Objective	เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ LPG ให้สูงขึ้น
Target	ลดอัตราการใช้ LPG ในระบบ AUTO DIPPING ลง 5 % จากปี 2004
Performance index	ปริมาณการใช้ LPG ต่อหม้อแปลง 1 ตัว (kg/ตัว)
Present status	ค่าเฉลี่ยการใช้ LPG ปี 2004 = 0.038 kg / ตัว / เดือน
Subject :	โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ LPGในแผนก ERL

Detail	Responsibility	2005									2006			Remarks
		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
1. เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ LPG แต่ละเดือน	Wibul	■		■		■		■		■		■		
2. แผนการปรับปรุง	Wibul		■	■	■	■								
-จัดทำเวลาในการทำความสะอาดหัวเผา														
-จัดสร้างห้องเผาไหม้ใหม่														
-ติดตั้ง Gas flow meter														
3. การดำเนินงาน														
3.1จัดทำเวลาในการทำความสะอาดหัวเผา	Smart						■						■	
3.2จัดสร้างห้องเผาไหม้ใหม่	Wibul													
-ศึกษาและออกแบบห้องเผาไหม้ใหม่						■	■							
-ดำเนินการก่อสร้างห้องเผาไหม้								■	■	■				
3.3ติดตั้ง Gas flow meter เพื่อทำการ	Wibul								■	■				
ตรวจวัดปริมาณการใช้ Gas ทั้ง 2 set														
4. รวบรวมข้อมูลวัดผลค่าใช้จ่าย	PE		■		■		■		■		■		■	
ในการใช้งาน LPG														
5. สรุปและรายงานผล	Wibul												■	

Remarks	Prepared By	Approved By
		(Environmental Management Representative)
	Date	Date

FM - ISO0 - 1008 REV. 00

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนของโครงการ

โครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลง

<u>โครงการที่ 1</u> โครงการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในหม้อแปลง

การลงทุน

1. Capacitor Bank พร้อมอุปกรณ์ = 190,000 บาท

อัตราผลตอบแทน(อัตราดอกเบี้ย Interested rest) DF = 12%

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักการของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 1,000 บาท / ปี

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 98,017 บาท / ปี

ดังนั้นทำการประเมินโครงการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	190,000	1,000	98,017	97,017
2		1,000	98,017	97,017
3		1,000	98,017	97,017
4		1,000	98,017	97,017
5		1,000	98,017	97,017
6		1,000	98,017	97,017
7		1,000	98,017	97,017
รวม	190,000	7,000	686,119	679,119

ระยะในการคืนทุน $= \frac{190,000}{97,017} = 1$ ปี 11 เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของผลตอบแทน – PV ของค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการณ์	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	190,000	1,000	191,000	0.893	170,563	98,017	0.893	87,529
2		1,000	1,000	0.797	797	98,017	0.797	78,120
3		1,000	1,000	0.712	712	98,017	0.712	69,788
4		1,000	1,000	0.636	636	98,017	0.636	62,339
5		1,000	1,000	0.567	567	98,017	0.567	55,576
6		1,000	1,000	0.507	507	98,017	0.507	49,695
7		1,000	1,000	0.452	452	98,017	0.452	44,304
รวม	190,000	7,000	197,000	-	174,234	686,119		447,350

NPV = 447,350 – 174,234 = 273,116

3. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C (Benefit-Cost Ratio)

$$B/C = \frac{\text{PV ของผลตอบแทน}}{\text{PV ของค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{447,350}{174,234} = 2.57$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ IRR (Internal Rate of Return)

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ PV ของผลตอบแทน = PV ของค่าใช้จ่าย

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ 0

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่าย	ประมาณการณ์	ผลตอบแทน	DF	PV	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	รวม (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	สุทธิ (บาท)	100%	ผลตอบแทน (บาท)	110%	ผลตอบแทน (บาท)
1	190,000	1,000	191,000	98,017	- 92,983	0.500	- 46,492	0.476	- 44,260
2		1,000	1,000	98,017	97,017	0.250	24,254	0.227	22,023
3		1,000	1,000	98,017	97,017	0.125	12,127	0.108	10,478
4		1,000	1,000	98,017	97,017	0.063	6,112	0.051	4,948
5		1,000	1,000	98,017	97,017	0.031	3,008	0.024	2,328
6		1,000	1,000	98,017	97,017	0.016	1,552	0.012	1,164
7		1,000	1,000	98,017	97,017	0.008	776	0.006	582
รวม	190,000	7,000	197,000	686,119	489,119		1,338		- 2,737

หา IRR โดยวิธี Interpolation

$$\text{IRR} = 100 + (110 - 100)x\frac{1{,}338}{1{,}338 - (-2{,}737)} = 103.28$$

<u>สรุปผลการประเมินโครงการ</u>

ระยะเวลาในการคืนทุน = 1 ปี 11 เดือน

NPV = 273,116

B/C = 2.57

IRR = 103.28

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่ามากกว่า 1 และค่า IRR มากกว่าอัตราผลตอบแทน (เป้าหมายที่ต้องการ DF = 12%) ดังนั้นโครงการนี้จึงคุ้มค่าอย่างรวดเร็วกับการลงทุน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

<u>โครงการที่ 1</u> โครงการเปลี่ยนเทอร์โมสตัทเป็นแบบอิเลคทรอนิกส์ในอาคารสำนักงาน (GA)

การลงทุน

1. Electronic Thermostat พร้อมอุปกรณ์ = 9,900 บาท

อัตราผลตอบแทน(อัตราดอกเบี้ย Interested rest) DF = 12%

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักการของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 1,000 บาท / ปี

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 27,675 บาท / ปี

ดังนั้นทำการประเมินโครงการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	9,900	1,000	27,675	26,675
2		1,000	27,675	26,675
3		1,000	27,675	26,675
4		1,000	27,675	26,675
5		1,000	27,675	26,675
6		1,000	27,675	26,675
7		1,000	27,675	26,675
รวม	9,900	12,000	193,725	186,725

ระยะในการคืนทุน $= \frac{9,900}{26,675} = 5$ เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของผลตอบแทน – PV ของค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการณ์	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	9,900	1,000	10,900	0.893	9,734	27,675	0.893	24,714
2		1,000	1,000	0.797	797	27,675	0.797	22,057
3		1,000	1,000	0.712	712	27,675	0.712	19,705
4		1,000	1,000	0.636	636	27,675	0.636	17,601
5		1,000	1,000	0.567	567	27,675	0.567	15,692
6		1,000	1,000	0.507	507	27,675	0.507	14,031
7		1,000	1,000	0.452	452	27,675	0.452	12,509
รวม	9,900	7,000	16,900	-	13,405	193,725		126,309

NPV = 126,309 – 13,405 = 112,904

3. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C (Benefit-Cost Ratio)

$$B/C = \frac{\text{PV ของผลตอบแทน}}{\text{PV ของค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{126,309}{13,405} = 9.42$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการประเมินโครงการ

ระยะเวลาในการคืนทุน = 5 เดือน

NPV = 112,904

B/C = 9.42

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่าสูงมาก ดังนั้นโครงการนี้จึงคุ้มค่าอย่างรวดเร็วกับการลงทุน

<u>โครงการที่ 2</u> โครงการเปลี่ยนเทอร์โมสตัทเป็นแบบอิเลคทรอนิกส์ในอาคารวิศวกรรม (ENG.)

การลงทุน

1. Electronic Thermostat พร้อมอุปกรณ์ = 4,950 บาท

อัตราผลตอบแทน(อัตราดอกเบี้ย Interested rest) DF = 12%

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักการของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 1,000 บาท / ปี

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 13,576 บาท / ปี

ดังนั้นทำการประเมินโครงการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	4,950	1,000	13,576	12,576
2		1,000	13,576	12,576
3		1,000	13,576	12,576
4		1,000	13,576	12,576
5		1,000	13,576	12,576
6		1,000	13,576	12,576
7		1,000	13,576	12,576
รวม	4,950	7,000	95,032	88,032

ระยะในการคืนทุน $= \frac{4,950}{12,576} = 5$ เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของผลตอบแทน – PV ของค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการณ์	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	4,950	1,000	5,950	0.893	5,313	13,576	0.893	12,123
2		1,000	1,000	0.797	797	13,576	0.797	10,820
3		1,000	1,000	0.712	712	13,576	0.712	9,666
4		1,000	1,000	0.636	636	13,576	0.636	8,634
5		1,000	1,000	0.567	567	13,576	0.567	7,698
6		1,000	1,000	0.507	507	13,576	0.507	6,883
7		1,000	1,000	0.452	452	13,576	0.452	6,136
รวม	4,950	7,000	11,950	-	8,984	95,032		61,961

NPV = 61,961 – 8,984 = 52,977

3. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C (Benefit-Cost Ratio)

$$B/C = \frac{\text{PV ของผลตอบแทน}}{\text{PV ของค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{61,961}{8,984} = 6.90$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการประเมินโครงการ

ระยะเวลาในการคืนทุน = 5 เดือน

NPV = 52,977

B/C = 6.90

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่าสูงมาก ดังนั้นโครงการนี้จึงคุ้มค่าอย่างรวดเร็วกับการลงทุน

<u>โครงการที่ 3</u> โครงการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศในแผนก PRD-1

การลงทุน

1. เปลี่ยนและติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่ DAIKIN 36,100 Btu / hr

ราคาพร้อมอุปกรณ์ติดตั้ง = 70,566 บาท

อัตราผลตอบแทน(อัตราดอกเบี้ย Interested rest) DF = 12%

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักการของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 5,500 บาท / ปี

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 47,631 บาท / ปี

ดังนั้นทำการประเมินโครงการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	70,566	5,500	47,631	42,131
2		5,500	47,631	42,131
3		5,500	47,631	42,131
4		5,500	47,631	42,131
5		5,500	47,631	42,131
6		5,500	47,631	42,131
7		5,500	47,631	42,131
รวม	70,566	38,500	333,417	294,917

ระยะในการคืนทุน $= \frac{70,566}{42,131} = 1$ ปี 8 เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของผลตอบแทน – PV ของค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV ค่าใช้จ่าย	ประมาณการณ์ ผลตอบแทน	DF	PV ผลตอบแทน
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	(บาท)	(บาท)	12%	(บาท)
1	70,566	5,500	76,066	0.893	67,927	47,631	0.893	42,534
2		5,500	5,500	0.797	4,384	47,631	0.797	37,962
3		5,500	5,500	0.712	3,916	47,631	0.712	33,913
4		5,500	5,500	0.636	3,498	47,631	0.636	30,293
5		5,500	5,500	0.567	3,119	47,631	0.567	27,007
6		5,500	5,500	0.507	2,789	47,631	0.507	24,149
7		5,500	5,500	0.452	2,486	47,631	0.452	21,529
รวม	70,566	38,500	109,066	-	88,117	333,417		217,388

NPV = 217,388 – 88,117 = 129,270

3. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C (Benefit-Cost Ratio)

$$B/C = \frac{\text{PV ของผลตอบแทน}}{\text{PV ของค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{217,388}{88,117} = 2.47$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ IRR (Internal Rate of Return)

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ PV ของผลตอบแทน = PV ของค่าใช้จ่าย

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ 0

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนสุทธิ (บาท)	DF 140%	PV ผลตอบแทน (บาท)	DF 150%	PV ผลตอบแทน (บาท)
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)							
1	70,566	5,500	76,066	47,631	- 28,435	0.417	- 11,857	0.400	- 11,374
2		5,500	5,500	47,631	42,131	0.174	7,331	0.160	6,741
3		5,500	5,500	47,631	42,131	0.072	3,033	0.064	2,696
4		5,500	5,500	47,631	42,131	0.030	1,264	0.026	1,095
5		5,500	5,500	47,631	42,131	0.013	548	0.010	421
6		5,500	5,500	47,631	42,131	0.005	211	0.004	169
7		5,500	5,500	47,631	42,131	0.002	84	0.002	84
รวม	70,566	38,500	109,066	333,417	224,351		613		- 167

หา IRR โดยวิธี Interpolation

$$\text{IRR} = 140 + (150 - 140)x\frac{613}{613 - (-167)} = 147.86$$

<u>สรุปผลการประเมินโครงการ</u>

ระยะเวลาในการคืนทุน = 1 ปี 8 เดือน

NPV = 129,270

B/C = 2.47

IRR = 147.86

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่ามากกว่า 1 และค่า IRR มากกว่าอัตราผลตอบแทน (เป้าหมายที่ต้องการ DF = 12%) ดังนั้นโครงการนี้จึงคุ้มค่าอย่างรวดเร็วกับการลงทุน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>โครงการที่ 4</u> โครงการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศในแผนก PRD-2 (PS.PROD.)

การลงทุน

1. เปลี่ยนและติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่ DAIKIN 500,000 Btu / hr จำนวน 4 ตัว

ราคาพร้อมอุปกรณ์ติดตั้ง = 3,594,835 บาท

อัตราผลตอบแทน(อัตราดอกเบี้ย Interested rest) DF = 12%

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักการของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 9,200 บาท / ปี

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 1,859,569 บาท / ปี

ดังนั้นทำการประเมินโครงการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	3,594,835	9,200	1,859,569	1,850,369
2		9,200	1,859,569	1,850,369
3		9,200	1,859,569	1,850,369
4		9,200	1,859,569	1,850,369
5		9,200	1,859,569	1,850,369
6		9,200	1,859,569	1,850,369
7		9,200	1,859,569	1,850,369
รวม	3,594,835	64,400	13,016,983	12,952,583

ระยะในการคืนทุน $= \frac{3,594,835}{1,850,369} = 2$ ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของผลตอบแทน – PV ของค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการณ์	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	3,594,835	9,200	3,604,035	0.893	3,218,403	1,859,569	0.893	1,660,595
2		9,200	9,200	0.797	7,332	1,859,569	0.797	1,482,076
3		9,200	9,200	0.712	6,550	1,859,569	0.712	1,324,013
4		9,200	9,200	0.636	5,851	1,859,569	0.636	1,182,686
5		9,200	9,200	0.567	5,216	1,859,569	0.567	1,054,376
6		9,200	9,200	0.507	4,664	1,859,569	0.507	942,801
7		9,200	9,200	0.452	4,158	1,859,569	0.452	840,525
รวม	3,594,835	64,400	3,659,235	-	3,252,176	13,016,983		8,487,073

NPV = 8,487,073 – 3,252,176 = 5,234,896

3. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C (Benefit-Cost Ratio)

$$B/C = \frac{\text{PV ของผลตอบแทน}}{\text{PV ของค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{8,487,073}{3,252,176} = 2.61$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ IRR (Internal Rate of Return)

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ PV ของผลตอบแทน = PV ของค่าใช้จ่าย

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ 0

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนสุทธิ (บาท)	DF 100%	PV ผลตอบแทน (บาท)	DF 110%	PV ผลตอบแทน (บาท)
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)							
1	3,594,835	9,200	3,604,035	1,859,569	- 1,744,466	0.500	- 872,233	0.476	- 830,366
2		9,200	9,200	1,859,569	1,850,369	0.250	462,592	0.227	420,034
3		9,200	9,200	1,859,569	1,850,369	0.125	231,296	0.108	199,840
4		9,200	9,200	1,859,569	1,850,369	0.063	116,573	0.051	94,369
5		9,200	9,200	1,859,569	1,850,369	0.031	57,361	0.024	44,409
6		9,200	9,200	1,859,569	1,850,369	0.016	29,606	0.012	22,204
7		9,200	9,200	1,859,569	1,850,369	0.008	14,803	0.006	11,102
รวม	3,594,835	64,400	3,659,235	13,016,983	9,357,748		39,999		- 38,408

หา IRR โดยวิธี Interpolation

$$\text{IRR} = 100 + (110-100)x\frac{39{,}999}{39{,}999-(-38{,}408)} = 105.10$$

<u>สรุปผลการประเมินโครงการ</u>

ระยะเวลาในการคืนทุน = 2 ปี

NPV = 5,234,896

B/C = 2.61

IRR = 105.10

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่ามากกว่า 1 และค่า IRR มากกว่าอัตราผลตอบแทน (เป้าหมายที่ต้องการ DF = 12%) ดังนั้นโครงการนี้จึงคุ้มค่าอย่างรวดเร็วกับการลงทุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>โครงการที่ 5</u> โครงการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศในแผนก PRD-2

การลงทุน

1. เปลี่ยนและติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่ DAIKIN 35,700 Btu / hr จำนวน 4 ตัว

ราคาพร้อมอุปกรณ์ติดตั้ง = 201,200 บาท

อัตราผลตอบแทน(อัตราดอกเบี้ย Interested rest) DF = 12%

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักการของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 6,200 บาท / ปี

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 112,473 บาท / ปี

ดังนั้นทำการประเมินโครงการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	201,200	6,200	112,473	106,273
2		6,200	112,473	106,273
3		6,200	112,473	106,273
4		6,200	112,473	106,273
5		6,200	112,473	106,273
6		6,200	112,473	106,273
7		6,200	112,473	106,273
รวม	201,200	43,400	787,311	743,911

ระยะในการคืนทุน $= \frac{201,200}{106,273} = 1$ ปี 11 เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของผลตอบแทน – PV ของค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการณ์	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	201,200	6,200	207,400	0.893	185,208	112,473	0.893	100,438
2		6,200	6,200	0.797	4,941	112,473	0.797	89,641
3		6,200	6,200	0.712	4,414	112,473	0.712	80,081
4		6,200	6,200	0.636	3,943	112,473	0.636	71,533
5		6,200	6,200	0.567	3,515	112,473	0.567	63,772
6		6,200	6,200	0.507	3,143	112,473	0.507	57,024
7		6,200	6,200	0.452	2,802	112,473	0.452	50,838
รวม	201,200	43,400	244,600	-	207,968	787,311		513,327

NPV = 513,327 – 207,968 = 305,358

3. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C (Benefit-Cost Ratio)

$$B/C = \frac{\text{PV ของผลตอบแทน}}{\text{PV ของค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{513,327}{207,968} = 2.47$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ IRR (Internal Rate of Return)

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ PV ของผลตอบแทน = PV ของค่าใช้จ่าย

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ 0

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่าย	ประมาณการณ์	ผลตอบแทน	DF	PV	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	รวม (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	สุทธิ (บาท)	110%	ผลตอบแทน (บาท)	115%	ผลตอบแทน (บาท)
1	201,200	6,200	207,400	112,473	- 94,927	0.476	- 45,185	0.465	- 44,141
2		6,200	6,200	112,473	106,273	0.227	24,124	0.216	22,955
3		6,200	6,200	112,473	106,273	0.108	11,477	0.101	10,734
4		6,200	6,200	112,473	106,273	0.051	5,420	0.047	4,995
5		6,200	6,200	112,473	106,273	0.024	2,551	0.022	2,338
6		6,200	6,200	112,473	106,273	0.012	1,275	0.01	1,063
7		6,200	6,200	112,473	106,273	0.006	638	0.005	531
รวม	201,200	43,400	244,600	787,311	542,711		300		- 1,526

หา IRR โดยวิธี Interpolation

$$\text{IRR} = 110 + (115-110)x\frac{300}{300-(-1{,}526)} = 110.82$$

<u>สรุปผลการประเมินโครงการ</u>

ระยะเวลาในการคืนทุน = 1 ปี 11 เดือน

NPV = 305,358

B/C = 2.47

IRR = 110.82

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่ามากกว่า 1 และค่า IRR มากกว่าอัตราผลตอบแทน (เป้าหมายที่ต้องการ DF = 12%) ดังนั้นโครงการนี้จึงคุ้มค่าอย่างรวดเร็วกับการลงทุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องอัดอากาศ

<u>โครงการที่ 1</u> โครงการซ่อมแซมอุดรอยรั่วท่อเครื่องอัดอากาศ

การลงทุน

1. ท่อ, ซิเมนต์ยารอยรั่ว พร้อมอุปกรณ์ = 135,000 บาท

อัตราผลตอบแทน(อัตราดอกเบี้ย Interested rest) DF = 12%

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักการของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 9,500 บาท / ปี

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 599,045 บาท / ปี

ดังนั้นทำการประเมินโครงการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	135,000	9,500	599,045	589,545
2		9,500	599,045	589,545
3		9,500	599,045	589,545
4		9,500	599,045	589,545
5		9,500	599,045	589,545
6		9,500	599,045	589,545
7		9,500	599,045	589,545
รวม	135,000	66,500	4,193,315	4,126,815

ระยะในการคืนทุน $= \frac{135,000}{589,545} = 3$ เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของผลตอบแทน – PV ของค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการณ์	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	135,000	9,500	144,500	0.893	129,039	599,045	0.893	534,947
2		9,500	9,500	0.797	7,572	599,045	0.797	477,439
3		9,500	9,500	0.712	6,764	599,045	0.712	426,520
4		9,500	9,500	0.636	6,042	599,045	0.636	380,993
5		9,500	9,500	0.567	5,387	599,045	0.567	339,659
6		9,500	9,500	0.507	4,817	599,045	0.507	303,716
7		9,500	9,500	0.452	4,294	599,045	0.452	270,768
รวม	135,000	66,500	201,500	-	163,913	4,193,315		2,734,041

NPV = 2,734,041 – 163,913 = 2,570,128

3. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C (Benefit-Cost Ratio)

$$B/C = \frac{\text{PV ของผลตอบแทน}}{\text{PV ของค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{2,734,041}{163,913} = 16.68$$

<u>สรุปผลการประเมินโครงการ</u>

ระยะเวลาในการคืนทุน = 3 เดือน

NPV = 2,570,128

B/C = 16.68

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่าสูงมาก ดังนั้นโครงการนี้จึงคุ้มค่าอย่างรวดเร็วกับการลงทุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

<u>โครงการที่ 1</u> โครงการเปลี่ยนหลอดไฟเป็นแบบประหยัดพลังงาน

การลงทุน

1. หลอดไฟ 2,991 ชุด = 418,740 บาท

อัตราผลตอบแทน(อัตราดอกเบี้ย Interested rest) DF = 12%

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักการของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 3,500 บาท / ปี

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 199,851 บาท / ปี

ดังนั้นทำการประเมินโครงการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	418,740	3,500	199,851	196,351
2		3,500	199,851	196,351
3		3,500	199,851	196,351
4		3,500	199,851	196,351
5		3,500	199,851	196,351
6		3,500	199,851	196,351
7		3,500	199,851	196,351
รวม	418,740	24,500	1,398,957	1,374,457

ระยะในการคืนทุน $= \frac{418,740}{196,351} = 2$ ปี 2 เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของผลตอบแทน – PV ของค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV ค่าใช้จ่าย	ประมาณการณ์ ผลตอบแทน	DF	PV ผลตอบแทน
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	(บาท)	(บาท)	12%	(บาท)
1	418,740	3,500	422,240	0.893	377,060	199,851	0.893	178,467
2		3,500	3,500	0.797	2,790	199,851	0.797	159,281
3		3,500	3,500	0.712	2,492	199,851	0.712	142,294
4		3,500	3,500	0.636	2,226	199,851	0.636	127,105
5		3,500	3,500	0.567	1,985	199,851	0.567	113,316
6		3,500	3,500	0.507	1,775	199,851	0.507	101,324
7		3,500	3,500	0.452	1,582	199,851	0.452	90,333
รวม	418,740	24,500	443,240	-	389,909	1,398,957		912,120

NPV = 912,120 – 389,909 = 522,211

3. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C (Benefit-Cost Ratio)

$$B/C = \frac{\text{PV ของผลตอบแทน}}{\text{PV ของค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{912,120}{389,909} = 2.34$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ IRR (Internal Rate of Return)

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ PV ของผลตอบแทน = PV ของค่าใช้จ่าย

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ 0

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่าย	ประมาณการณ์	ผลตอบแทน	DF	PV	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	รวม (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	สุทธิ (บาท)	85%	ผลตอบแทน (บาท)	90%	ผลตอบแทน (บาท)
1	418,740	3,500	422,240	199,851	- 222,389	0.541	- 120,312	0.526	- 116,977
2		3,500	3,500	199,851	196,351	0.292	57,334	0.277	54,389
3		3,500	3,500	199,851	196,351	0.158	31,023	0.146	28,667
4		3,500	3,500	199,851	196,351	0.085	16,690	0.077	15,119
5		3,500	3,500	199,851	196,351	0.046	9,032	0.040	7,854
6		3,500	3,500	199,851	196,351	0.025	4,909	0.021	4,123
7		3,500	3,500	199,851	196,351	0.013	2,553	0.011	2,160
รวม	418,740	24,500	443,240	1,398,957	955,717		1,229		- 4,664

หา IRR โดยวิธี Interpolation

$$\text{IRR} = 85 + (90-85)x\frac{1,229}{1,229-(-4,664)} = 86.04$$

<u>สรุปผลการประเมินโครงการ</u>

ระยะเวลาในการคืนทุน = 2 ปี 2 เดือน

NPV = 522,211

B/C = 2.34

IRR = 86.04

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่ามากกว่า 1 และค่า IRR มากกว่าอัตราผลตอบแทน (เป้าหมายที่ต้องการ DF = 12%) ดังนั้นโครงการนี้จึงคุ้มค่าอย่างรวดเร็วกับการลงทุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>โครงการที่ 2</u> โครงการเปลี่ยนบัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง

การลงทุน

1. บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง 2,991 ชุด = 284,145 บาท

อัตราผลตอบแทน(อัตราดอกเบี้ย Interested rest) DF = 12%

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักการของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 2,500 บาท / ปี

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 166,542 บาท / ปี

ดังนั้นทำการประเมินโครงการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	284,145	2,500	166,542	164,042
2		2,500	166,542	164,042
3		2,500	166,542	164,042
4		2,500	166,542	164,042
5		2,500	166,542	164,042
6		2,500	166,542	164,042
7		2,500	166,542	164,042
รวม	284,145	17,500	1,165,794	1,148,294

ระยะในการคืนทุน $= \frac{284,145}{164,042} = 1$ ปี 9 เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของผลตอบแทน – PV ของค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการณ์	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	284,145	2,500	286,645	0.893	255,974	166,542	0.893	148,722
2		2,500	2,500	0.797	1,993	166,542	0.797	132,734
3		2,500	2,500	0.712	1,780	166,542	0.712	118,578
4		2,500	2,500	0.636	1,590	166,542	0.636	105,921
5		2,500	2,500	0.567	1,418	166,542	0.567	94,429
6		2,500	2,500	0.507	1,268	166,542	0.507	84,437
7		2,500	2,500	0.452	1,130	166,542	0.452	75,277
รวม	284,145	17,500	301,645	-	265,151	1,165,794		760,098

NPV = 760,098 – 265,151 = 494,946

3. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C (Benefit-Cost Ratio)

$$B/C = \frac{\text{PV ของผลตอบแทน}}{\text{PV ของค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{760,098}{265,151} = 2.87$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ IRR (Internal Rate of Return)

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ PV ของผลตอบแทน = PV ของค่าใช้จ่าย

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ 0

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนสุทธิ (บาท)	DF 115%	PV ผลตอบแทน (บาท)	DF 120%	PV ผลตอบแทน (บาท)
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)							
1	284,145	2,500	286,645	166,542	- 120,103	0.465	- 55,848	0.455	- 54,647
2		2,500	2,500	166,542	164,042	0.216	35,433	0.207	33,957
3		2,500	2,500	166,542	164,042	0.101	16,568	0.049	8,038
4		2,500	2,500	166,542	164,042	0.047	7,710	0.043	7,054
5		2,500	2,500	166,542	164,042	0.022	3,609	0.019	3,117
6		2,500	2,500	166,542	164,042	0.010	1,640	0.009	1,476
7		2,500	2,500	166,542	164,042	0.005	820	0.004	656
รวม	284,145	17,500	301,645	1,165,794	864,149		9,933		- 349

หา IRR โดยวิธี Interpolation

$$\text{IRR} = 115 + (120 - 115)x\frac{9,933}{9,933 - (-349)} = 119.83$$

<u>สรุปผลการประเมินโครงการ</u>

ระยะเวลาในการคืนทุน = 1 ปี 9 เดือน

NPV = 494,946

B/C = 2.87

IRR = 119.83

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่ามากกว่า 1 และค่า IRR มากกว่าอัตราผลตอบแทน (เป้าหมายที่ต้องการ DF = 12%) ดังนั้นโครงการนี้จึงคุ้มค่าอย่างรวดเร็วกับการลงทุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>โครงการที่ 3</u> โครงการเปลี่ยนกระเบื้องโปร่งแสง

การลงทุน

1. กระเบื้องโปร่งแสง 108 แผ่น + ค่าแรง = 25,920 บาท

อัตราผลตอบแทน(อัตราดอกเบี้ย Interested rest) DF = 12%

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักการของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 5,000 บาท / ปี

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 20,004 บาท / ปี

ดังนั้นทำการประเมินโครงการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	25,920	5,000	20,004	15,004
2		5,000	20,004	15,004
3		5,000	20,004	15,004
4		5,000	20,004	15,004
5		5,000	20,004	15,004
6		5,000	20,004	15,004
7		5,000	20,004	15,004
รวม	25,920	35,000	140,028	105,028

ระยะในการคืนทุน $= \frac{25,920}{15,004} = 1$ ปี 9 เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของผลตอบแทน – PV ของค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการณ์	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	25,920	5,000	30,920	0.893	27,612	20,004	0.893	17,864
2		5,000	5,000	0.797	3,985	20,004	0.797	15,943
3		5,000	5,000	0.712	3,560	20,004	0.712	14,243
4		5,000	5,000	0.636	3,180	20,004	0.636	12,723
5		5,000	5,000	0.567	2,835	20,004	0.567	11,342
6		5,000	5,000	0.507	2,535	20,004	0.507	10,142
7		5,000	5,000	0.452	2,260	20,004	0.452	9,042
รวม	25,920	35,000	60,920	-	45,967	140,028		91,298

NPV = 91,298 – 45,967 = 45,332

3. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน B/C (Benefit-Cost Ratio)

$$B/C = \frac{\text{PV ของผลตอบแทน}}{\text{PV ของค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{91,298}{45,967} = 1.99$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ IRR (Internal Rate of Return)

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ PV ของผลตอบแทน = PV ของค่าใช้จ่าย

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ 0

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)	ประมาณการณ์ผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนสุทธิ (บาท)	DF 115%	PV ผลตอบแทน (บาท)	DF 120%	PV ผลตอบแทน (บาท)
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)							
1	25,920	5,000	30,920	20,004	- 10,916	0.465	- 5,076	0.455	- 4,967
2		5,000	5,000	20,004	15,004	0.216	3,241	0.207	3,106
3		5,000	5,000	20,004	15,004	0.101	1,515	0.049	735
4		5,000	5,000	20,004	15,004	0.047	705	0.043	645
5		5,000	5,000	20,004	15,004	0.022	330	0.019	285
6		5,000	5,000	20,004	15,004	0.010	150	0.009	135
7		5,000	5,000	20,004	15,004	0.005	75	0.004	60
รวม	25,920	35,000	60,920	140,028	79,108		941		- 0

หา IRR โดยวิธี Interpolation

$$\text{IRR} = 115 + (120 - 115)x\frac{941}{941 - (-0)} = 120$$

<u>สรุปผลการประเมินโครงการ</u>

ระยะเวลาในการคืนทุน = 1 ปี 9 เดือน

NPV = 45,332

B/C = 1.99

IRR = 120

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่ามากกว่า 1 และค่า IRR มากกว่าอัตราผลตอบแทน (เป้าหมายที่ต้องการ DF = 12%) ดังนั้นโครงการนี้จึงคุ้มค่าอย่างรวดเร็วกับการลงทุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-4 *เกณฑ์ประเมินผลการตรวจสอบการใช้พลังงาน*

กิจกรรม	ไม่ดี	พอใช้	ดี	ดีมาก
1.คณะอนุกรรมการและการบริหารงานประหยัดพลังงานในหน่วยงาน(25%)				
1.1ผู้จัดการแผนกและหัวหน้างานมีส่วนเกี่ยวข้องและให้การสนับสนุน	ไม่มีกิจกรรมใดที่สามารถวัดได้	ติดตามปัญหาการสูญเสียพลังงาน	เพิ่มเติมเกณฑ์พอใช้ในเรื่องติดตามรายงานการใช้พลังงานและสูญเสียพลังงานทุกชนิดและให้มีการแก้ไขที่ถูกต้อง	เพิ่มเติมเกณฑ์ดีในเรื่องการประชุมผู้เกี่ยวของเพื่อหาสาเหตุการสูญเสียพลังงานและแก้ไขงานอื่นที่มีภาพคล้ายกันด้วย
1.2การจัดทำแผนงานประหยัดพลังงาน	ไม่มีแผน	มีแผนงาน	มีแผนงานและมีรายละเอียดแผนการดำเนินงาน	มีแผนงานมีรายละเอียดแผนการดำเนินการ มีการปฏิบัติและติดตามผลการดำเนินงานด้านการประหยัดพลังงาน
1.3การจัดตั้งคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงาน	ไม่มี	มีคณะกรรมการ	คณะกรรมการถูกต้องตามที่กำหนด	เพิ่มเติมเกณฑ์ดีในเรื่องกำหนดบทบาทหน้าที่คณะกรรมการเป็นลายลักษณ์อักษร
1.4การจัดทำมาตรฐานมาตรการประหยัดพลังงานภายในหน่วยงาน	ไม่มีเป็นลายลักษณ์อักษร	มีการนำมาปรับปรุงใช้และติดตามประกาศให้ทราบ	มีการกำหนดรวมเข้าไว้กับกฎระเบียบในการทำงาน	เพิ่มเติมเกณฑ์ดีอีกในเรื่องการควบคุมบังคับใช้และปรับปรุงให้ทันสมัยอย่างน้อยทุกๆปี
1.5มีการประชุมคณะอนุกรรมการ	ไม่มีการประชุม	มีการประชุมบ้าง	มีการประชุมครบทุกเดือนและมีบันทึกการประชุม	เพิ่มเติมเกณฑ์ดี มีคณะกรรมการเข้าประชุมไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของแต่ละครั้ง
1.6การมีส่วนร่วมของพนักงานในหน่วยงาน	พนักงานไม่มีส่วนร่วม	พนักงานมีส่วนร่วมในการเขียนข้อเสนอแนะด้านการประหยัดพลังงาน	พนักงานมีส่วนร่วมในการปรับปรุงแก้ไขจุดที่มีการสูญเสียพลังงาน	พนักงานมีส่วนร่วมในการเสนอโครงการประหยัดพลังงาน

ตารางที่ ง-4 *เกณฑ์ประเมินผลการตรวจสอบการใช้พลังงาน(ต่อ)*

กิจกรรม	ไม่ดี	พอใช้	ดี	ดีมาก
2.มาตรการการอนุรักษ์การประหยัดพลังงาน (50%)				
2.1มีการสำรวจและป้องกันการสูญเสียในการใช้พลังงาน	ไม่มีโครงการที่กำหนด	กำหนดไว้เฉพาะเรื่องเท่านั้น	กำหนดไว้เป็นจำนวนมากในงานต่างๆ	กำหนดไว้ทุกงานเป็นลายลักษณ์อักษร
2.2มีการปรับปรุงจุดรั่วไหลของลม, ไฟฟ้า ,ความร้อนและน้ำ	ไม่มีการปรับปรุง	มีการปรับปรุงเป็นบางจุด	มีการปรับปรุงทุกจุด	มีการปรับปรุงและมีการตรวจเช็คตามระยะเวลา
2.3มีการบำรุงรักษาเครื่องใช้หรืออุปกรณ์เพื่อใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ	ไม่มีการบำรุงรักษา	มีการบำรุงรักษาเครื่องใช้และอุปกรณ์บางชนิด	มีการบำรุงรักษาเครื่องใช้และอุปกรณ์ทุกชนิด	มีการบำรุงรักษาแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น
2.4มีข้อเสนอแนะการใช้พลังงานในหน่วยงาน	ไม่มี	มีเป็นจำนวนน้อย	มีเป็นจำนวนมาก	มีเป็นจำนวนมากและได้รับการแก้ไขติดตามผล
2.5มีโครงการประหยัดพลังงานภายในหน่วยงาน	ไม่มีโครงการประหยัดพลังงาน	มีโครงการเท่าที่คณะกรรมการประหยัดพลังงานกำหนด	มีโครงการที่ประหยัดพลังงานได้มาก	มีโครงการนอกเหนือจากที่คณะกรรมการประหยัดพลังงานกำหนดและประหยัดพลังงานได้มาก
2.6มีการตรวจประเมินการใช้พลังงานในหน่วยงาน	ไม่มีการตรวจ	มีบางส่วนหรือมีแต่ไม่มีประสิทธิภาพ	มีกำหนดการตรวจเป็นลายลักษณ์อักษรกำหนดหน้าที่รับผิดชอบมีความถี่และติดตามผลการตรวจอย่างมีประสิทธิภาพ	โครงการตรวจวัดผลที่เกิดขึ้นได้ เช่น สามารถลดการสูญเสียพลังงานผลการติดตามโดยหัวหน้างาน
2.7มีการใช้วัสดุต่างๆอย่างคุ้มค่า	มีการใช้วัสดุอย่างฟุ่มเฟือย	มีมาตรฐานการใช้วัสดุอย่างประหยัด	มีการกำหนดมาตรฐานการใช้วัสดุมาปฏิบัติและมีการบันทึกผลการใช้วัสดุไว้เป็นลายลักษณ์อักษร	มีการปรับปรุงมาตรฐานการใช้วัสดุให้ดีขึ้นอยู่เสมอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-4 *เกณฑ์ประเมินผลการตรวจสอบการใช้พลังงาน(ต่อ)*

กิจกรรม	ไม่ดี	พอใช้	ดี	ดีมาก
3.การรณรงค์และการอบรม (50%)				
3.1การจัดทำหลักสูตรอบรมภายใน	ไม่มีการอบรม	มีโครงการอบรมการประหยัดพลังงานบางชนิด	มีโครงการอบรมการประหยัดพลังงานทุกชนิดและมีการทบทวนให้ถูกต้อง	เพิ่มเติมเกณฑ์ดีในเรื่องมีการประเมินผลทุกปี เพื่อหาความจำเป็นในการฝึกอบรม
3.2การส่งพนักงานเขารับการอบรมภายใน	ไม่มีพนักงานเข้ารับการอบรม	มีพนักงานเข้ารับการอบรม 50%	มีพนักงานเข้ารับการอบรม 80 %	มีพนักงานเข้ารับการอบรม 100%
3.3มีการจัดทำโครงการรณรงค์ประหยัดพลังงานภายในหน่วยงาน	ไม่มีการจัดทำโครงการ	มีการจัดทำโครงการ	มีการจัดทำโครงการและมีผลการดำเนินงานของโครงการ	มีผลการดำเนินงานของโครงการและมีแผนการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น
3.4พนักงานให้ความสนใจในกิจกรรมประหยัดพลังงาน	พนักงานไม่มีความสนใจ	พนักงานปฏิบัติตามมาตรฐานการประหยัดพลังงาน	พนักงานปฏิบัติตามมาตรฐานและข้าร่วมโครงการประหยัดพลังงาน	พนักงานมีการรณรงค์ให้เพื่อนร่วมงานช่วยกันประหยัดพลังงาน
3.5มีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลการใช้พลังงาน	ไม่มีการประชาสัมพันธ์	มีการติดประกาศให้ทราบ	มีบอร์ดแสดงเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานแต่ละเดือนตลอดปี	มีการใช้สื่ออื่นๆในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เป้าหมายการบริหารค่าไฟฟ้า

เป็นการประเมินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า ในการดำเนินการมาตรการต่างๆเพื่อลดการสูญเสียการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานตัวอย่างโดยมีข้อมูลค่าไฟฟ้าดังนี้

ตารางที่ ง-5 *เป้าหมายการบริหารค่าไฟฟ้า*

เดือน ปี 2548	ผลผลิตทั้งหมด (UNIT)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (KWHR)	ค่าไฟฟ้าทั้งหมด (BAHT)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า (BAHT/KWHR)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิต (BAHT/UNIT)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิต (KWHR/UNIT)
มกราคม	3,202,742	629,520	1,824,788	2.899	0.570	0.197
กุมภาพันธ์	3,140,852	666,240	1,934,077	2.903	0.616	0.212
มีนาคม	3,706,423	748,360	2,133,237	2.851	0.576	0.202
เมษายน	3,234,948	748,120	2,175,085	2.907	0.672	0.231
พฤษภาคม	3,237,924	812,200	2,315,163	2.850	0.715	0.251
มิถุนายน	2,431,971	773,720	2,471,376	3.194	1.016	0.318
กรกฎาคม	2,014,887	689,115	1,737,951	2.522	0.863	0.342
ผลรวม	20,969,747	5,067,275	14,591,677	ค่าเฉลี่ย = 2.875	ค่าเฉลี่ย = 0.718	ค่าเฉลี่ย = 0.250

ดังนั้นเป้าหมายการบริหารค่าไฟฟ้าเกิดจาก คณะกรรมการจัดการพลังงานมีการประชุมร่วมกับผู้บริหารเพื่อนำผลการดำเนินการก่อนปรับปรุงมาชี้แจง หลังจากนั้นจึงมีมติจากที่ประชุมเพื่อกำหนดมาตรการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลง 10 %

ดังนั้นเป้าหมายการบริหารค่าไฟฟ้า = ค่าเฉลี่ยไฟฟ้าต่อหน่วย X 90%

= 0.718 X 90%

= 0.6462 BAHT/UNIT

ภาคผนวก จ.

ผลการปรับปรุงการจัดการพลังงาน
(สิงหาคม 2548 – กุมภาพันธ์ 2549)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่ายช่วง ปี 2548 - 2549 (หลังการปรับปรุง)

ข้อมูลการใช้พลังงานรวม ปี 2548 - 2549									
DESCRIPTION	Aug-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dec-05	Jan-06	Feb-06	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	2,990,793	3,631,273	3,629,445	3,517,894	2,967,944	3,622,787	2,990,231	23,350,367	3,335,767
ELECTRICITY : KWHR	595,295	697,520	691,640	643,880	545,640	615,520	495,120	4,284,615	612,088
: KWHR/UNIT	0.199	0.192	0.191	0.183	0.184	0.170	0.166	1.284	0.183
: (x 3.6) MJ	2,143,062	2,511,072	2,489,904	2,317,968	1,964,304	2,215,872	1,782,432	15,424,614	2,203,516
: MJ/UNIT	0.717	0.692	0.686	0.659	0.662	0.612	0.596	4.623	0.661
: BAHT	1,789,236	2,039,230	2,092,080	1,972,116	1,707,278	1,904,745	1,619,880	13,124,565	1,874,938
: BAHT/UNIT	0.598	0.562	0.576	0.561	0.575	0.526	0.542	3.940	0.562
LPG : K.G.	14,373	14,117	13,832	15,823	15,510	16,692	16,506	106,853	15,265
: K.G/UNIT	0.00481	0.00389	0.00381	0.00450	0.00523	0.00461	0.00552	0.03236	0.00458
: (X 50.22) MJ	721,812	708,956	694,643	794,631	778,912	838,272	828,931	5,366,158	766,594
: MJ/UNIT	0.241	0.195	0.191	0.226	0.262	0.231	0.277	1.625	0.230
: BAHT	215,331	211,899	207,618	237,503	232,805	250,551	247,762	1,603,469	229,067
: BAHT/UNIT	0.072	0.058	0.057	0.068	0.078	0.069	0.083	0.486	0.069
DIESEL OIL : LITRE	1,607	1,550	1,575	1,455	1,685	1,715	1,440	11,027	1,575
: LITRE/UNIT	0.00054	0.00043	0.00043	0.00041	0.00057	0.00047	0.00048	0.00333	0.00047
: (X 36.42) MJ	58,527	56,451	57,362	52,991	61,368	62,460	52,445	401,603	57,372
: MJ/UNIT	0.020	0.016	0.016	0.015	0.021	0.017	0.018	0.121	0.01720
: BAHT	36,624	37,030	37,942	33,407	38,570	41,383	35,179.00	260,135	37,162
: BAHT/UNIT	0.012	0.010	0.010	0.009	0.013	0.011	0.012	0.079	0.011
TOTAL ENERGY: MJ	2,923,401	3,276,479	3,241,909	3,165,590	2,804,584	3,116,605	2,663,808	21,192,375	3,027,482
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.977	0.902	0.893	0.900	0.945	0.860	0.891	6.369	0.908
TOTAL COST : BAHT	2,041,191	2,288,159	2,337,640	2,243,026	1,978,653	2,196,679	1,902,821	14,988,169	2,141,167
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	0.682	0.630	0.644	0.638	0.667	0.606	0.636	4.504	0.642
ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง									

301

ตารางที่ จ-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่ายช่วง ปี 2548 - 2549 (หลังการปรับปรุง)(ต่อ)

แผนกแผงวงจรอิเลคทรอนิกส์ (PSU)									
DESCRIPTION	Aug-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dec-05	Jan-06	Feb-06	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	991,755	1,400,002	1,420,527	1,226,117	690,770	1,119,959	513,275	7,362,405	1,051,772
ELECTRICITY : KWHR	228,000	234,900	226,800	194,130	158,700	189,000	94,800	1,326,330	189,476
: KWHR/UNIT	0.230	0.168	0.160	0.158	0.230	0.169	0.185	1.299	0.180
: (x 3.6) MJ	820,800	845,640	816,480	698,868	571,320	680,400	341,280	4,774,788	682,113
: MJ/UNIT	0.828	0.604	0.575	0.570	0.827	0.608	0.665	4.676	0.649
: BAHT	685,283	686,740	686,027	594,594	496,564	584,866	310,156	4,044,230	577,747
: BAHT/UNIT	0.691	0.491	0.483	0.485	0.719	0.522	0.604	3.995	0.549
TOTAL ENERGY: MJ	820,800	845,640	816,480	698,868	571,320	680,400	341,280	4,774,788	682,113
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.828	0.604	0.575	0.570	0.827	0.608	0.665	4.676	0.649
TOTAL COST : BAHT	685,283	686,740	686,027	594,594	496,564	584,866	310,156	4,044,230	577,747
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	0.691	0.491	0.483	0.485	0.719	0.522	0.604	3.995	0.549
แผนกหลอดไฟนำแสงอิเลคตรอน									
DESCRIPTION	Aug-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dec-05	Jan-06	Feb-06	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	19,085	19,977	19,020	19,184	18,210	18,400	C	113,876	18,979
ELECTRICITY : KWHR	16,085	13,977	11,020	11,184	8,210	4,500	C	64,976	10,829
: KWHR/UNIT	0.843	0.700	0.579	0.583	0.451	0.245	C	3.400	0.571
: (x 3.6) MJ	57,906	50,317	39,672	40,262	29,556	16,200	C	233,914	38,986
: MJ/UNIT	3.034	2.519	2.086	2.099	1.623	0.880	C	12.241	2.054
: BAHT	48,346	40,862	33,333	34,254	25,689	13,925	C	196,409	32,735
: BAHT/UNIT	2.533	2.045	1.753	1.786	1.411	0.757	C	10.284	1.725
TOTAL ENERGY: MJ	57,906	50,317	39,672	40,262	29,556	16,200	C	233,914	38,986
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	3.034	2.519	2.086	2.099	1.623	0.880	C	12.241	2.054
TOTAL COST : BAHT	48,346	40,862	33,333	34,254	25,689	13,925	C	196,409	32,735
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	2.533	2.045	1.753	1.786	1.411	0.757	C	10.284	1.725
หมายเหตุ : C = CLOSE									

ตารางที่ จ-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่ายช่วง ปี 2548 - 2549 (หลังการปรับปรุง)(ต่อ)

ตึก ENG. และ GA.

DESCRIPTION	Aug-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dec-05	Jan-06	Feb-06	TOTAL	AVERAGE
MAN POWER (PERSON)	1,616	1,600	1,593	1,563	1,554	1,229	958	10,113	1,445
ELECTRICITY : KWHR	50,280	49,600	49,945	49,920	41,920	40,800	47,520	329,985	47,141
: KWHR/PERSON	31.114	31.000	31.353	31.939	26.976	33.198	49.603	235.182	32.630
: (x 3.6) MJ	181,008	178,560	179,802	179,712	150,912	146,880	171,072	1,187,946	169,707
: MJ/PERSON	112.010	111.600	112.870	114.979	97.112	119.512	178.572	846.655	117.467
: BAHT	151,123	145,008	151,075	152,898	131,165	126,257	155,471	1,012,997	144,714
: BAHT/PERSON	93.517	90.630	94.837	97.823	84.405	102.731	162.287	726.230	100.168
TOTAL ENERGY: MJ	181,008	178,560	179,802	179,712	150,912	146,880	171,072	1,187,946	169,707
ENERGY CONSUMPTION:MJ/PERSON	112.010	111.600	112.870	114.979	97.112	119.512	178.572	846.655	117.467
TOTAL COST : BAHT	151,123	145,008	151,075	152,898	131,165	126,257	155,471	1,012,997	144,714
TOTAL ENERGY COST: BAHT/PERSON	93.517	90.630	94.837	97.823	84.405	102.731	162.287	726.230	100.168

บ่อบำบัดน้ำเสีย.

DESCRIPTION	Aug-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dec-05	Jan-06	Feb-06	TOTAL	AVERAGE
UNIT (WATER) x 1,000 LITRE	2,205	2,301	2,719	2,304	2,271	2,723	2,889	17,412	2,487
ELECTRICITY : KWHR	1,710	1,470	1,810	1,770	2,100	1,670	1,660	12,190	1,741
: KWHR/UNIT(WATER)	0.776	0.639	0.666	0.768	0.925	0.613	0.575	4.961	0.700
: (x 3.6) MJ	6,156	5,292	6,516	6,372	7,560	6,012	5,976	43,884	6,269
: MJ/UNIT(WATER)	2.792	2.300	2.396	2.766	3.329	2.208	2.069	17.859	2.520
: BAHT	5,140	4,298	5,475	6,421	6,571	5,168	5,431	38,504	5,501
: BAHT/UNIT(WATER)	2.331	1.868	2.014	2.787	2.893	1.898	1.880	15.671	2.211
TOTAL ENERGY: MJ	6,156	5,292	6,516	6,372	7,560	6,012	5,976	43,884	6,269
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	2.792	2.300	2.396	2.766	3.329	2.208	2.069	17.859	2.520
TOTAL COST : BAHT	5,140	4,298	5,475	6,421	6,571	5,168	5,431	38,504	5,501
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	2.331	1.868	2.014	2.787	2.893	1.898	1.880	15.671	2.211

303

ตารางที่ จ-1 การใช้พลังงาน ผลผลิต และค่าใช้จ่ายช่วง ปี 2548 - 2549 (หลังการปรับปรุง)(ต่อ)

แผนกหม้อแปลงไฟฟ้า(ERL)									
DESCRIPTION	Aug-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dec-05	Jan-06	Feb-06	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION(UNIT)	1,979,953	2,211,294	2,189,898	2,272,593	2,258,964	2,484,428	2,476,956	15,874,086	2,267,727
ELECTRICITY : KWHR	299,220	397,573	402,065	386,876	334,710	379,550	351,140	2,551,134	364,448
: KWHR/UNIT	0.151	0.180	0.184	0.170	0.148	0.153	0.142	1.127	0.161
: (x 3.6) MJ	1,077,192	1,431,263	1,447,434	1,392,754	1,204,956	1,366,380	1,264,104	9,184,082	1,312,012
: MJ/UNIT	0.544	0.647	0.661	0.613	0.533	0.550	0.510	4.059	0.579
: BAHT	899,344	1,162,322	1,216,169	1,184,949	1,047,290	1,174,529	1,148,822	7,833,425	1,119,061
: BAHT/UNIT	0.454	0.526	0.555	0.521	0.464	0.473	0.464	3.457	0.493
LPG : K.G.	14,373	14,117	13,832	15,823	15,510	16,692	16,506	106,853	15,265
: K.G/UNIT	0.00726	0.00638	0.00632	0.00696	0.00687	0.00672	0.00666	0.04717	0.00673
: (X 50.22) MJ	721,812	708,956	694,643	794,631	778,912	838,272	828,931	5,366,158	766,594
: MJ/UNIT	0.365	0.321	0.317	0.350	0.345	0.337	0.335	2.369	0.338
: BAHT	215,331	211,899	207,618	237,503	232,805	250,551	247,762	1,603,469	229,067
: BAHT/UNIT	0.109	0.096	0.095	0.105	0.103	0.101	0.100	0.708	0.101
DIESEL OIL : LITRE	1,607	1,550	1,575	1,455	1,685	1,715	1,440	11,027	1,575
: LITRE/UNIT	0.00081	0.00070	0.00072	0.00064	0.00075	0.00069	0.00058	0.00489	0.00069
: (X 36.42) MJ	58,527	56,451	57,362	52,991	61,368	62,460	52,445	401,603	57,372
: MJ/UNIT	0.030	0.026	0.026	0.023	0.027	0.025	0.021	0.178	0.025
: BAHT	36,624	37,030	37,942	33,407	38,570	41,383	35,179	260,135	37,162
: BAHT/UNIT	0.018	0.017	0.017	0.015	0.017	0.017	0.014	0.115	0.016
TOTAL ENERGY: MJ	1,857,531	2,196,670	2,199,439	2,240,376	2,045,236	2,267,113	2,145,480	14,951,843	2,135,978
ENERGY CONSUMPTION:MJ/UNIT	0.938	0.993	1.004	0.986	0.905	0.913	0.866	6.606	0.942
TOTAL COST : BAHT	1,151,299	1,411,251	1,461,729	1,455,859	1,318,665	1,466,463	1,431,763	9,697,029	1,385,290
TOTAL ENERGY COST: BAHT/UNIT	0.581	0.638	0.667	0.641	0.584	0.590	0.578	4.280	0.611
ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง									

ตารางที่ จ-2 สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้าช่วง ปี 2548 - 2549 (หลังการปรับปรุง)

เดือน ปี 2548- ปี 2549	ผลผลิตทั้งหมด (UNIT)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (KWHR)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (KW)	ค่าการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (BAHT)	ค่าไฟฟ้าทั้งหมด (BAHT)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า (BAHT/KWHR)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิต (BAHT/UNIT)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิต (KWHR/UNIT)
สิงหาคม	2,990,793	595,295	2,064	588,343.20	1,789,236	3.006	0.598	0.199
กันยายน	3,631,273	697,520	2,044	582,642.20	2,039,230	2.924	0.562	0.192
ตุลาคม	3,629,445	691,640	2,021	576,086.05	2,092,080	3.025	0.576	0.191
พฤศจิกายน	3,517,894	643,880	2,002	570,670.10	1,972,116	3.063	0.561	0.183
ธันวาคม	2,967,944	545,640	1,936	551,856.80	1,707,278	3.129	0.575	0.184
มกราคม	3,622,787	615,520	1,997	569,244.85	1,904,745	3.095	0.526	0.170
กุมภาพันธ์	2,990,231	495,120	1,716	489,145.80	1,619,880	3.272	0.542	0.166
ผลรวม	23,350,367	4,284,615	13,780	3,927,989.00	13,124,565	ค่าเฉลี่ย = 3.073	ค่าเฉลี่ย = 0.563	ค่าเฉลี่ย = 0.183

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ-3 สรุปผลผลิตแผนก PRD-1 (ERL) การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนช่วง ปี 2548 - 2549 (หลังการปรับปรุง)

เดือน ปี 2548- ปี 2549	ผลผลิต ERL. (UNIT)	ปริมาณการใช้ พลังงานความร้อน LPG (MJ)	ค่าใช้จ่าย พลังงานความร้อน LPG (BAHT)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อปริมาณการใช้พลังงานความร้อน LPG (BAHT/MJ)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (BAHT/UNIT)	อัตราการใช้พลังงานความร้อน LPG ต่อผลผลิต ERL (MJ/UNIT)
สิงหาคม	1,979,953	721,812	215,331	0.298	0.109	0.365
กันยายน	2,211,294	708,956	211,899	0.299	0.096	0.321
ตุลาคม	2,189,898	694,643	207,618	0.299	0.095	0.317
พฤศจิกายน	2,272,593	794,631	237,503	0.299	0.105	0.350
ธันวาคม	2,258,964	778,912	232,805	0.299	0.103	0.345
มกราคม	2,484,428	838,272	250,551	0.299	0.101	0.337
กุมภาพันธ์	2,476,956	828,931	247,762	0.299	0.100	0.335
ผลรวม	15,874,086	5,366,157	1,603,469	ค่าเฉลี่ย = 0.299	ค่าเฉลี่ย = 0.101	ค่าเฉลี่ย = 0.338

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ-4 สรุปค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้หลังจากทำการปรับปรุง

เดือน 2548-2549	ผลผลิตทั้งหมด (UNIT)	อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง (BAHT/UNIT)	คิดเป็นค่าใช้จ่ายได้ (BAHT)	ค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง (BAHT)	คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง (BAHT)
สิงหาคม	2,990,793	0.718	2,147,389	1,789,236	358,153
กันยายน	3,631,273	0.718	2,607,254	2,039,230	568,024
ตุลาคม	3,629,445	0.718	2,605,942	2,092,080	513,862
พฤศจิกายน	3,517,894	0.718	2,525,848	1,972,116	553,732
ธันวาคม	2,967,944	0.718	2,130,984	1,707,278	423,706
มกราคม	3,622,787	0.718	2,601,161	1,904,745	696,416
กุมภาพันธ์	2,990,231	0.718	2,146,986	1,619,880	527,106
ผลรวม	23,350,367		16,765,564	13,124,565	3,640,999

ที่มา : ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ-5 สรุปค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (LPG)ที่ประหยัดได้หลังจากทำการปรับปรุง

เดือน 2548-2549	ผลผลิต ERL. (UNIT)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน (LPG)เฉลี่ยก่อนการปรับปรุง (BAHT/UNIT)	คิดเป็นค่าใช้จ่ายได้ (BAHT)	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน(LPG)ที่เกิดขึ้นจริง (BAHT)	คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง (BAHT)
สิงหาคม	1,979,953	0.133	263,334	215,331	48,003
กันยายน	2,211,294	0.133	294,102	211,899	82,203
ตุลาคม	2,189,898	0.133	291,256	207,618	83,638
พฤศจิกายน	2,272,593	0.133	302,255	237,503	64,752
ธันวาคม	2,258,964	0.133	300,442	232,805	67,637
มกราคม	2,484,428	0.133	330,429	250,551	79,878
กุมภาพันธ์	2,476,956	0.133	329,435	247,762	81,673
ผลรวม	15,874,086		2,111,253	1,603,469	507,784

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง

ผลผลิตทั้งหมดหลังการปรับปรุง = 23,350,367 UNIT

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 4,284,615 KWHR

ค่าไฟฟ้า = 13,124,565 BAHT

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อผลผลิตทั้งหมด = $\frac{13,124,565}{23,350,367}$

= 0.562 BAHT/UNIT

ค่าไฟฟ้าต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้า = $\frac{13,124,565}{4,284,615}$

= 3.063 BAHT/KWHR

จากมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้า = 0.190 KWHR/UNIT

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานไฟฟ้า = 0.190 X 3.063

= 0.582 BAHT/UNIT

เปอร์เซนต์อัตราค่าไฟฟ้าที่ลดลง = $\frac{(0.582 - 0.562) \text{ X } 100}{0.582}$

= 3.425 %

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ = (0.582 - 0.562) X 23,350,367

= 465,465 BAHT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน (LPG)หลังการปรับปรุง

ผลผลิต ERL.หลังการปรับปรุง	=	15,874,086	UNIT
ปริมาณพลังงานความร้อน (LPG)ที่ใช้	=	5,366,158	MJ
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (LPG)	=	1,603,469	BAHT

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (LPG)ต่อผลผลิต ERL. = $\frac{1,603,469}{15,874,086}$

= 0.101 BAHT/UNIT

ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณพลังงานความร้อน (LPG) = $\frac{1,603,469}{5,366,158}$

= 0.299 BAHT/MJ

จากมาตรฐานการใช้พลังงานความร้อน = 0.400 MJ/UNIT

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานความร้อน = 0.400 X 0.299

= 0.120 BAHT/UNIT

เปอร์เซนต์อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่ลดลง = $\frac{(0.120 - 0.101) \text{ X } 100}{0.120}$

= 15.489 %

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ = (0.120 - 0.101) X 15,874,086

= 293,874 BAHT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าหลังการปรับปรุง

ผลผลิต ปี 2547 = 23,495,333 UNIT

ผลผลิตหลังการปรับปรุง = 23,350,367 UNIT

พลังงานไฟฟ้า ปี 2547 = 4,610,800 KWHR

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 4,284,615 KWHR

$$\text{ตัวประกอบการผลิต} = \frac{\text{ผลผลิตหลังการปรับปรุง}}{\text{ผลผลิต ปี 2547}}$$

$$= \frac{23,350,367}{23,495,333} = 0.994$$

การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2547 = พลังงานไฟฟ้าที่ปี 2547 X ตัวประกอบการผลิต

= 4,610,800 X 0.994 = 4,582,351.40

$$\text{สมรรถภาพพลังงาน} = \frac{(\text{การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2547} - \text{พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง}) \times 100}{\text{การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2547}}$$

$$= \frac{(4,582,351.40 - 4,284,615) \times 100}{4,582,351.40} = 6.50$$

สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าหลังการปรับปรุง

= 6.50 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมรรถภาพพลังงานความร้อน(LPG)ของโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าหลังการปรับปรุง

ผลผลิต ERL. ปี 2547	=	16,674,220	UNIT
ผลผลิต ERL. หลังการปรับปรุง	=	15,874,086	UNIT
พลังงานความร้อน (LPG) ปี 2547	=	6,373,885	MJ
พลังงานความร้อน (LPG) หลังการปรับปรุง	=	5,366,158	MJ

ตัวประกอบการผลิต = ผลผลิต ERL. หลังการปรับปรุง / ผลผลิต ERL. ปี 2547

= 15,874,086 / 16,674,220 = 0.952

การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2547 = พลังงานความร้อนที่ปี 2547 X ตัวประกอบการผลิต

= 6,373,885 X 0.952 = 6,068,025.89

สมรรถภาพพลังงาน = (การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2547 - พลังงานความร้อนหลังการปรับปรุง) X 100 / การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2547

= (6,068,025.89 - 5,366,158) X 100 / 6,068,025.89 = 11.57

สมรรถภาพพลังงานความร้อน(LPG)ของโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าหลังการปรับปรุง

= 11.57 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายฮุชเซ็น นิยมเดชา เกิดวันที่ 2 มกราคม พ.ศ. 2521 ที่ จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ นครศรีธรรมราช และสำเร็จปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีพ.ศ. 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย