การปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

นาย เอกสิทธิ สุวรรณศรี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-430-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENERGY MANAGEMENT IMPROVEMENT IN CEMENT PROCESS

Mr. Ekkasit Suwansri

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2000

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงกาจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์
โดย	นายเอกสิทธิ สุวรรณศรี
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	

คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……. คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…….. ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริจิรวนิช)

…….. กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

…….. กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสิทธิ สุวรรณศรี : การปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์.
(ENERGY MANAGEMENT IMPROVEMENT IN CEMENT PROCESS)
อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. วันชัย ริจิรวนิช, 297 หน้า. ISBN 974-346-430-1

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาและการวิเคราะห์การใช้พลังงาน เพื่อดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ จากการศึกษาพบว่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด ทำให้ต้องดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ให้ดีขึ้น โดยมีแนวทางการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานดังนี้

1. การกำหนดนโยบายจากผู้บริหารระดับสูงและกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงาน
2. กำหนดแผนงานหลักในการดำเนินงานการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานและแผนงานในระดับแผนก
3. ปรับปรุงองค์กรดำเนินงานให้เข้าถึงทุกส่วนในกระบวนการผลิต
4. วางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้เหมาะสมโดยการควบคุมปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด
5. ปรับปรุงระบบการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยการจัดทำเอกสารมาตราฐานที่ใช้ในการตรวจสอบและทำการจัดตั้งทีมงานในการตรวจสอบการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง
6. ปรับปรุงกระบวนการติดตามการปรับปรุงแก้ไขการดำเนินงานที่เกิดขึ้น

จากการดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์จากการทำวิจัยครั้งนี้จะส่งผลให้กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์สามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเป้าหมายที่กำหนดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยทราบได้จากอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ และอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด ที่มีค่าลดลงได้ตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องจักร ซึ่งจากการดำเนินงานปรับปรุงดังกล่าวจะส่งผลให้ต้นทุนอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ลดลง 25.44% และอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ดลดลง 3.37% คิดเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ 218.01 ล้านบาท

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2543 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4171540421 : MAJOR INDUSTRISL ENGINEERING
KEY WORLD : IMPROVEMENT ENERGY MANAGEMENT / CEMENT PROCESS
EKKASIT SUWANSRI : ENERGY MANAGEMENT IMPROVEMENT IN CEMENT PROCESS.
THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. VANCHAI RIJIRAVANICH, Ph.D. 297 pp.
ISBN 974-346-430-1

The main objective of this thesis is to study and analyze the energy utilization to improve the energy management of cement process. The study reveals that the specific energy utilization is higher in value than standard guaranteed figures, the energy management in cement process should be improved by mean of the following methods :

1. Set up management policy and target in energy saving process.
2. Assign the master plan on improvement of the energy management process and plan in the section level.
3. Improve organization the operation in every processes.
4. Plan to operate the machine in appropriately process by control electrical maximum peak demand.
5. Improve using energy determined and analysis system by provide the standard document in determination and appoint the energy audit team to continuously verify the energy utilization.
6. Improve the follow-up system for the operation energy management of cement process.

The energy management improvement of cement process results in including the energy utilization efficiency by reducing the electrical consumption for cement products and specific heat per clinker product . From these improvement processes, the specific electrical cost per ton of cement is lower by 25.44%, the thermal cost per clinker unit is reduced by 3.37% and the capital energy cost is 218.01 million baht lower.

Department	Industrial Engineering	Student's
Field of study	Industrial Engineering	Advisor's
Academic year	2000	Co-advisor's

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริจิรวนิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยมาด้วยดีตลอด และขอขอบคุณเพื่อนผู้ร่วมงานฝ่ายต่าง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออนุเคราะห์ด้านการเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ด้วย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่	
บทนำ	1
1.1 บทนำ	2
1.2 ความเป็นมาของปัญหา	18
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	19
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	19
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	20
1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย.....	20
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	21
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
3 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้น	38
3.1 สถานะภาพการจัดการในด้านการบริหารการใช้พลังงานในอดีต	38
3.2 สถานะภาพการจัดการในด้านการบริหารการใช้พลังงานในช่วงแรก	44
3.3 ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้น	51
4 การศึกษาการใช้พลังงานและวิเคราะห์ความสูญเสียด้านพลังงานในปัจจุบัน	54
4.1 การศึกษาการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์	54
4.2 วิเคราะห์สาเหตุของความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้น	84
5 การปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิต	89
5.1 การปรับปรุงองค์กรการจัดการด้านพลังงาน	89
5.2 การพัฒนาและเผยแพร่นโยบาย.....	99
5.3 การจัดแผนงานหลักในการดำเนินการประหยัดพลังงาน	110

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

5.4 การวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต 117
5.5 การกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต 125
5.6 การจัดทำระบบการสำรวจและประเมินผลการใช้พลังงาน 130
5.7 การปรับปรุงเกี่ยวกับระบบการสื่อสาร 134
5.8 การจัดระบบติดตามการดำเนินงาน 137
5.9 การส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มย่อยและข้อเสนอแนะด้านพลังงาน 142
6 ทำการเปรียบเทียบและประเมินผลที่ได้รับ 147
6.1 การเปรียบเทียบและประเมินผลด้านพลังงานไฟฟ้า 147
6.2 การเปรียบเทียบและประเมินผลด้านพลังงานความร้อน 153
6.3 การเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้พลังงาน 158
7 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 159
7.1 สรุปผลการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน 159
7.2 ข้อเสนอแนะ 160
รายการอ้างอิง 165
ภาคผนวก 167
ภาคผนวก ก 167
ภาคผนวก ข 194
ภาคผนวก ค 226
ภาคผนวก ง 285
ประวัติผู้วิจัย 297

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 1.1 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตั้งแต่ปี 2537 ถึง ปี 2541 18
ตารางที่ 3.1 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในอดีต 40
ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าปี 2540 กับอัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐาน 41
ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนปี 2540กับอัตราค่าใช้จ่าย มาตรฐาน 41
ตารางที่ 3.4 สมรรถภาพพลังงานปี 2541 และช่วง 6 เดือนแรกปี 2542 เปรียบเทียบกับ ปี 2540 46
ตารางที่ 3.5 สรุปผลผลิต ปริมาณการใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้า ปี 2541-2542 (ก่อนทำการปรับปรุง) 48
ตารางที่ 3.6 ผลผลิตปูนเม็ด ปริมาณการใช้และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ปี 2541- 6 เดือนแรก ปี 2542 49
ตารางที่ 3.7 อัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับมาตรฐาน 51
ตารางที่ 3.8 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับมาตรฐาน 52
ตารางที่ 4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามแผนก 56
ตารางที่ 4.2 ค่าไฟฟ้า 115 KV ปี 2541 57
ตารางที่ 4.3 ค่าไฟฟ้า 115 KV ช่วง 6 เดือนแรกปี 2542 57
ตารางที่ 4.4 สรุปการใช้พลังงานความร้อน Line การผลิตที่ 1 79
ตารางที่ 4.5 สรุปการใช้พลังงานความร้อน Line การผลิตที่ 2 80
ตารางที่ 4.6 สรุปการใช้พลังงานความร้อน Line การผลิตที่ 3 81
ตารางที่ 4.7 ความสูญเสียที่เกิดจากค่าปริมาณความร้อนที่สูญเสียไปกับอากาศที่เข้ามาใน ระบบ 82
ตารางที่ 5.1 ผลการดำเนินงานของคณะอนุกรรมการต่าง ๆ ก่อนการปรับปรุง 92
ตารางที่ 5.2 ผลการดำเนินงานของคณะอนุกรรมการต่าง ๆ หลังการปรับปรุง 98
ตารางที่ 5.3 ข้อมูลคะแนนนโยบายที่ได้รับการคัดเลือก 103
ตารางที่ 5.4 ผลการสำรวจพื้นที่ตัวอย่างจำนวน 18 แห่ง หลังจากทำการพัฒนาและ เผยแพร่นโยบาย 106
ตารางที่ 5.5 ผลการสำรวจการดำเนินงานหลังทำการพัฒนาและเผยแพร่นโยบายในพื้นที่ จำนวน 18 แห่ง..... 107

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ 5.6 ผลการสำรวจจำนวนพนักงานที่เข้ารับการฝึกอบรมในเดือน มกราคม 2543.... 108
ตารางที่ 5.7 ผลการสำรวจจำนวนพนักงานที่เข้ารับการฝึกอบรมในเดือน มีนาคม 2543..... 109
ตารางที่ 5.8 แผนงานหลักคณะกรรมการประหยัดพลังงานปี 2543 112
ตารางที่ 5.9 แผนงานหลักคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานประจำแผนกปี 2543 113
ตารางที่ 5.10 แผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ที่ได้จัดทำขึ้น 119
ตารางที่ 5.11 แผนการจัดเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่ได้จัดทำขึ้น 120
ตารางที่ 5.12 แผนกำหนดการ Shut down เตาเผาประจำปี 2543 121
ตารางที่ 5.13 ข้อมูลการเดินเครื่องจักรในช่วงเวลา Peak เดือน ต.ค. – มี.ค. 2543 124
ตารางที่ 5.14 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลิต 127
ตารางที่ 5.15 แผนการตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานประจำปี 2543 131
ตารางที่ 5.16 แผนการตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานประจำเดือน กุมภาพันธ์ 2543 132
ตารางที่ 5.17 การติดตามผลการดำเนินงานโดยการตรวจสอบการใช้พลังงาน 143
ตารางที่ 6.1 อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังทำการปรับปรุง 147
ตารางที่ 6.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าในช่วงเวลา Peak หลังการปรับปรุง 150
ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงกับมาตรฐาน 152
ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุง 153
ตารางที่ 6.5 อัตราการใช้พลังงานความร้อนหลังจากการปรับปรุง 154
ตารางที่ 6.6 เปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนหลังทำการปรับปรุง 156
ตารางที่ 6.7 เปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนก่อนและหลังทำการปรับปรุง.... 157
ตารางที่ 6.8 สมรรถภาพพลังงานหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับปี 2540 158
ตารางที่ ก-1 การใช้พลังงาน ผลผลิตปูนซีเมนต์ และค่าใช้จ่ายปี 2540 168
ตารางที่ ก-2 การใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า 115KV ปี 2540 169
ตารางที่ ก-3 สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้า ปี 2540 170
ตารางที่ ก-4 สรุปผลผลิตปูนเม็ด การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ปี 2540. 171
ตารางที่ ก-5 การใช้พลังงาน ผลผลิตปูนซีเมนต์และค่าใช้จ่าย ปี 2541..... 172
ตารางที่ ก-6 การใช้พลังงานไฟฟ้า 115 KV และ 22 KV ปี 2541 173
ตารางที่ ก-7 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 115 KV และค่าใช้จ่าย ปี 2541 174
ตารางที่ ก-8 สรุปผลผลิต การใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าปี 2541 175

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ ก-9 สรุปผลผลิตปูนเม็ด การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนปี 2541. 176
ตารางที่ ก-10 การใช้พลังงาน ผลผลิตปูนซีเมนต์และค่าใช้จ่ายช่วง 6 เดือนแรกปี 2542..... 177
ตารางที่ ก-11 การใช้พลังงานไฟฟ้า 115 KV และ 22 KV ช่วง 6 เดือนแรกปี 2542..... 178
ตารางที่ ก-12 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 115 KV และค่าใช้จ่ายช่วง 6 เดือนแรกปี 2541. 179
ตารางที่ ก-13 สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้าปี 2542..... 180
ตารางที่ ก-14 สรุปผลผลิตปูนเม็ด การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ปี 2542 181
ตารางที่ ก-15 อัตราการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นปี 2540 – ช่วง 6 เดือนแรกปี 2542 182
ตารางที่ ก-16 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้นปี 2540 – ช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542 182
ตารางที่ ก-17 ข้อมูลชนิดเชื้อเพลิงเทียบเป็นพลังงานความร้อน 193
ตารางที่ ข-1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตาม Line การผลิตในเดือน มิถุนายน 2542 .. 195
ตารางที่ ข-2 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามแผนกในเดือน มิถุนายน 2542 198
ตารางที่ ข-3 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 22 KV ปี 2541 199
ตารางที่ ข-4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 22 KV ช่วง 6 เดือนแรกปี 2542 199
ตารางที่ ค-1 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงานก่อนทำการปรับปรุง 227
ตารางที่ ค-2 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Crusher 228
ตารางที่ ค-3 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Inhouse 228
ตารางที่ ค-4 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Coal Mill 229
ตารางที่ ค-5 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Kiln 230
ตารางที่ ค-6 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Cement 231
ตารางที่ ค-7 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Raw Mill 232
ตารางที่ ค-8 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Packing 233
ตารางที่ ค-9 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Utility 233
ตารางที่ ค-10 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Dry Motra 234
ตารางที่ ค-11 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 236
ตารางที่ ค-12 สรุปผลการประเมินความคุ้มในการลงทุนของโครงการของ 4 หน่วยงานหลัก 253
ตารางที่ ค-13 ผลในการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายแบบที่ 1 257
ตารางที่ ค-14 ผลในการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายแบบที่ 2 258

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ ค-15 ผลในการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายแบบที่ 3 259
ตารางที่ ค-16 สรุปผลในการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายทั้ง 3 โครงร่าง 259
ตารางที่ ค-17 ค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี 2542 ถึงปี 2543 268
ตารางที่ ค-18 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Limestone Crusher 270
ตารางที่ ค-19 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Shale Crusher 271
ตารางที่ ค-20 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Coal Crusher 272
ตารางที่ ค-21 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Compound Crusher 273
ตารางที่ ค-22 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Raw Mill 274
ตารางที่ ค-23 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Coal Mill 275
ตารางที่ ค-24 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Kiln 276
ตารางที่ ค-25 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Cement Mill Type I 277
ตารางที่ ค-26 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Cement Mill Type III 278
ตารางที่ ค-27 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Cement Mill Type Mixed 279
ตารางที่ ค-28 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรต่าง ๆ 280
ตารางที่ ค-29 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลา Peak 281
ตารางที่ ค-30 เกณฑ์ประเมินผลการตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ 282
ตารางที่ ง-1 การใช้พลังงานและผลผลิตปูนซีเมนต์ 2542-2543 286
ตารางที่ ง-2 การใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า 115 KV และ 22 KV ปี 2542-2543 (หลังการปรับปรุง) 287
ตารางที่ ง-3 การใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า 115 KV ปี 2542-2543 (หลังทำการปรับปรุง) 288
ตารางที่ ง-4 สรุปผลผลิตปูนเม็ด การใช้พลังงานความร้อน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ปี 2542-2543 (หลังการปรับปรุง) 289
ตารางที่ ง-5 สรุปผลผลิตปูนซีเมนต์ การใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้า ปี 2542-2543 (หลังทำการปรับปรุง) 290
ตารางที่ ง-6 ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้หลังจากทำการปรับปรุง 291
ตารางที่ ง-7 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนที่ประหยัดได้หลังจากทำการปรับปรุง 292

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 1.1 แผนผังองค์กรการบริหาร บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง ในส่วนของโรงงาน..... 4
รูปที่ 1.2 แผนผังโครงสร้างฝ่ายผลิต 7
รูปที่ 1.3 แสดงกรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอรต์แลนด์ 11
รูปที่ 1.4 ผังแสดงกรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอรต์แลนด์ 12
รูปที่ 1.5 แผนภาพการไหลของพลังงานไฟฟ้า 14
รูปที่ 1.6 แผนภาพการไหลของพลังงานความร้อน 16
รูปที่ 1.7 แผนภาพการไหลของพลังงานจากน้ำมันดีเซล 17
รูปที่ 3.1 กราฟอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในอดีต 40
รูปที่ 3.2 องค์กรการจัดการด้านพลังงานในปัจจุบัน 45
รูปที่ 3.3 กราฟอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อผลผลิตปูนซีเมนต์เปรียบเทียบกับมาตรฐาน ... 50
รูปที่ 3.4 กราฟอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ดเปรียบเทียบกับมาตรฐาน... 50
รูปที่ 4.1 Shankey Diagram ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน 55
รูปที่ 4.2 Shankey Diagram ของการใช้พลังงานความร้อน Line การผลิตที่ 1..... 79
รูปที่ 4.3 Shankey Diagram ของการใช้พลังงานความร้อน Line การผลิตที่ 2..... 80
รูปที่ 4.4 Shankey Diagram ของการใช้พลังงานความร้อน Line การผลิตที่ 3..... 81
รูปที่ 4.5 แผนภูมิวิเคราะห์สาเหตุค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูง 85
รูปที่ 5.1 องค์กรการจัดการด้านพลังงานก่อนทำการปรับปรุง 90
รูปที่ 5.2 กระบวนการดำเนินงานขององค์กรการจัดการด้านพลังงานก่อนทำการปรับปรุง ... 91
รูปที่ 5.3 โครงสร้างองค์กรการจัดการด้านพลังงานที่ได้ทำการปรับปรุง 97
รูปที่ 5.4 เอกสารประเมินโครงร่างนโยบายที่ได้จัดทำขึ้น 101
รูปที่ 5.5 กระบวนการในการนำเสนอพิจารณาอนุมัตินโยบายพลังงาน 102
รูปที่ 5.6 นโยบายการจัดการพลังงานบริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง 103
รูปที่ 5.7 แผนงานการเผยแพร่รณรงค์ประชาสัมพันธ์ด้านพลังงาน 105
รูปที่ 5.8 กระบวนการจัดทำแผนงานหลักคณะกรรมการจัดการพลังงาน 111
รูปที่ 5.9 กระบวนการในการจัดตั้งคณะอนุกรรมการและตัวแทนคณะอนุกรรมการจัดการด้านพลังงาน 114
รูปที่ 5.10 กระบวนการในการติดตามผลการดำเนินงานตามแผนงาน 116
รูปที่ 5.11 กระบวนการจัดทำแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต 118

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 5.12 แสดงกระบวนการควบคุมการเดินเครื่องจักร..... 122
รูปที่ 5.13 เอกสารรายงานสภาพเครื่องจักรและแผนการเดินเครื่องจักรประจำวัน หน่วยงาน Raw Mill 123
รูปที่ 5.14 เอกสารรายงานประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรและการใช้พลังงานประจำวัน.... 129
รูปที่ 5.15 เอกสารมาตรฐานใช้สำรวจสภาพการใช้พลังงาน 133
รูปที่ 5.16 ระบบการสื่อสารแบบเดิมก่อนการปรับปรุง 134
รูปที่ 5.17 Sub Station ที่รวมข้อมูลก่อนการปรับปรุง 135
รูปที่ 5.18 ระบบการสื่อสารที่ทำการปรับปรุง 136
รูปที่ 5.19 คณะกรรมการติดตามผลการดำเนินงาน 139
รูปที่ 5.20 เอกสารมาตรฐานตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ 140
รูปที่ 5.21 เอกสารจัดทำข้อเสนอแนะด้านการประหยัดพลังงาน 145
รูปที่ 6.1 กราฟอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบกับมาตรฐาน 148
รูปที่ 6.2 กราฟอัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์หลังการปรับปรุงเทียบกับเป้าหมาย..... 149
รูปที่ 6.3 กราฟอัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าหลังการปรับปรุงเทียบกับเป้าหมาย... 149
รูปที่ 6.4 กราฟปริมาณการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak หลังการปรับปรุงเทียบกับเป้าหมาย..... 151
รูปที่ 6.5 กราฟอัตราค่าไฟฟ้าในช่วง Peak หลังการปรับปรุงเทียบกับเป้าหมาย 151
รูปที่ 6.6 กราฟเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุง 153
รูปที่ 6.7 กราฟเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานความร้อนกับค่ามาตรฐาน 155
รูปที่ 6.8 กราฟเปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน 155
รูปที่ 6.9 กราฟเปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนก่อนและหลังการปรับปรุง ... 157
รูปที่ ข-1 กราฟ Mean Specific Heat of Raw Materials 219
รูปที่ ข-2 กราฟ Mean Specific Heat of Clinker 219
รูปที่ ข-3 กราฟ Mean Specific Heat of Fuels 220
รูปที่ ข-4 กราฟ Mean Specific Heat of Exit Gas Components 220
รูปที่ ข-5 กราฟ Heat Transfer Coefficients for Heat Loss on Kiln Shell 221
รูปที่ ข-6 กราฟ Mean Specific Heat of Water Vapor 221
รูปที่ ข-7 กราฟ Radiation Kiln Shell Line 1 222
รูปที่ ข-8 กราฟ Radiation Kiln Shell Line 2 223

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ ข-9 กราฟ Radiation Kiln Shell Line 3 224
รูปที่ ค-1 นโยบายการจัดการพลังงานที่เสนอพิจารณา แบบลักษณะรูปธรรม 254
รูปที่ ค-2 นโยบายการจัดการพลังงานที่เสนอพิจารณา แบบลักษณะเฉพาะ 255
รูปที่ ค-3 นโยบายการจัดการพลังงานที่เสนอพิจารณา แบบลักษณะสัมพันธ์ 256
รูปที่ ค-4 แผนการผลิตปูนซีเมนต์ประจำปี 2543 261
รูปที่ ค-5 แผนการผลิตปูนเม็ดประจำปี 2543 262

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ในสภาวะการณ์ปัจจุบัน รูปแบบการใช้พลังงานได้เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เป็นผลให้อัตราการใช้พลังงานต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นทุก ๆ ปี นับเป็นภาระหนักต่อฐานะการเงินและการลงทุนของประเทศที่จะต้องจัดหาพลังงานมาใช้ให้พอเพียงและเหมาะสม พลังงานเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญมากในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิตหรืออุตสาหกรรมการบริการ โดยทั่ว ๆ ไป โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จะใช้พลังงาน 2 รูปแบบ คือพลังงานไฟฟ้าและพลังงานจากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ โดยมีสัดส่วนการใช้งานที่แตกต่างกันตามแต่ประเภทของอุตสาหกรรม เนื่องจากพลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญของกระบวนการผลิต การใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสม จะทำให้ต้นทุนการผลิตจะสูงกว่าที่ควรจะเป็น ในปี 2541 นับเป็นปีที่ประเทศไทยประสบภาวะเศรษฐกิจตกต่ำมากที่สุดเท่าที่เคยประสบมาทำให้ความต้องการพลังงานของประเทศในปี 2541 ที่ผ่านมาลดลงประมาณร้อยละ 7.5 เมื่อเทียบกับปี 2540 ส่วนการผลิตลดลงเล็กน้อย ส่งผลให้การนำเข้าลดลงร้อยละ 12.8 เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา และสัดส่วนการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศลดลงเหลือร้อยละ 57.1 มูลค่าการนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์ ซึ่งประกอบด้วย น้ำมันดิบ น้ำมันสำเร็จรูป ถ่านหินและไฟฟ้า ในปี 2541 มีมูลค่าประมาณ 146,651 ล้านบาท ลดลงร้อยละ 20.4 ขณะที่การส่งออกมีมูลค่าประมาณ 25,239 ล้านบาท ทำให้การนำเข้าพลังงานสุทธิมีมูลค่าประมาณ 121,412 ล้านบาท วิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นได้ส่งผลกระทบให้มีการคิดที่ลดต้นทุนการผลิตเพื่อที่จะให้สามารถตั้งราคาของผลิตภัณฑ์ให้สามารถอยู่ได้ในสภาวะที่มีการแข่งขันทางด้านการตลาดอย่างสูงนี้ได้ โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงต้องหาทางลดต้นทุนการผลิตลงและแนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้อย่างได้ผลก็คือ “การจัดการพลังงาน” โดยมีการประหยัดพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการจัดการพลังงาน การศึกษาหาวิธีการใช้และการปฏิบัติ การจัดการพลังงานที่ถูกต้องจะมีส่วนช่วยลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานไม่ถูกต้องอีกด้วย

มาตรการหนึ่งที่รัฐบาลพยายามให้มีการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ คือ การประกาศใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2535 และในพระราชบัญญัติฉบับนี้ได้กำหนดให้โรงงานหรืออาคารทำแผนการอนุรักษ์พลังงานรวมทั้งกำหนดให้มีผู้รับผิดชอบการอนุรักษ์พลังงานประจำโรงงานหรืออาคารแต่ละแห่งด้วย นอกจากนี้ ยังมีการส่งเสริมให้โรงงานหรืออาคาร สามารถขอรับการส่งเสริมจากรัฐบาล โดยอาศัยกองทุนเพื่อการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

1.1 บทนำ

ในอุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์จะมีการใช้พลังงานต่าง ๆ อย่างมาก เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมดที่เกิดขึ้นจะเห็นได้ว่า ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมีสัดส่วนค่อนข้างมาก ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยส่วนใหญ่จะเป็นค่าใช้จ่ายในเรื่องของพลังงานโดยสามารถจะแบ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นออกได้ดังนี้

1. ค่าใช้จ่าย 53% เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากพลังงานไฟฟ้า
2. ค่าใช้จ่าย 41% เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากค่าเชื้อเพลิงและความร้อน
3. ค่าใช้จ่ายอีก 6% เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้น้ำมันดีเซล

จะเห็นได้ว่าถ้ามีการใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสม จะส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงกว่าที่ควรจะเป็น ถ้าในกระบวนการผลิตนี้มีการจัดการทางด้านพลังงานที่เหมาะสมอย่างมีประสิทธิภาพแล้วจะสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้อย่างดีโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับพลังงาน นอกจากนั้น การจัดการดังกล่าวยังจะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอีกด้วย ในการใช้พลังงานทุกรูปแบบให้ได้เกิดประโยชน์อย่างสูงที่สุดนั้น จะเป็นการช่วยสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดไว้เพื่อให้มีใช้ได้นานที่สุด

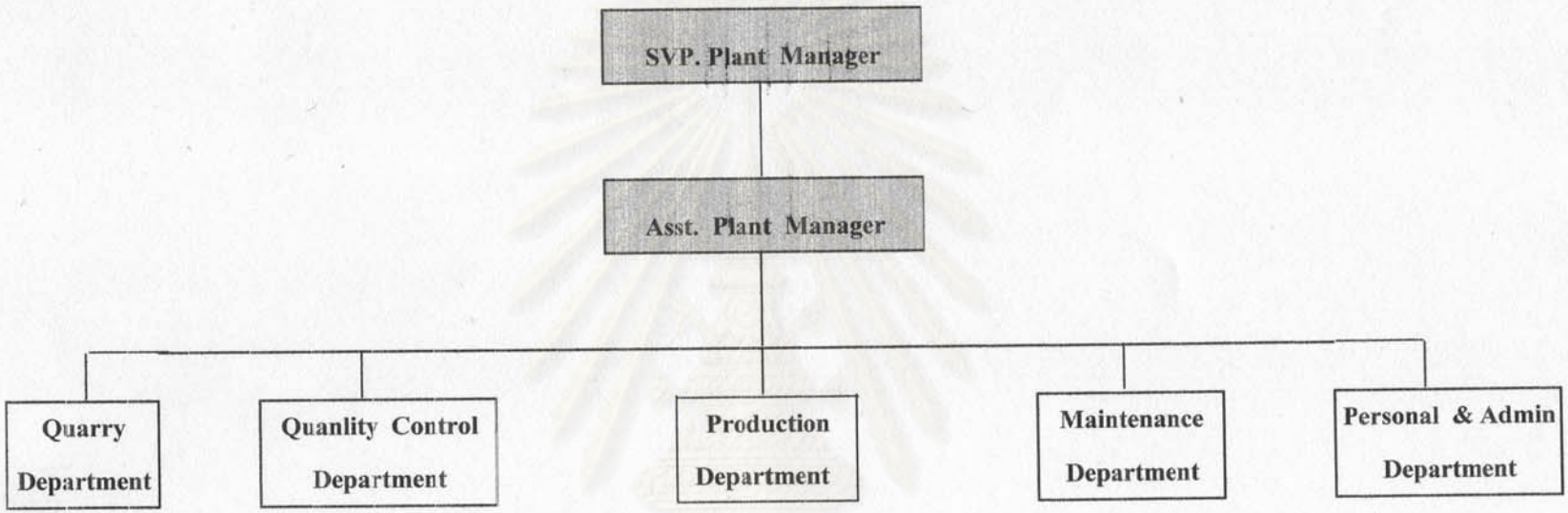
การจัดการพลังงานนั้นจึงเป็นสิ่งจะต้องมีและจำเป็นอย่างมากต่ออุตสาหกรรรมการผลิตปูนซีเมนต์ซึ่งใช้พลังงานเป็นปริมาณมาก ซึ่งปี 2542 นี้เป็นปี อนุรักษ์พลังงานไทย แนวทางในการเพิ่มประสิทธภาพจึงควรมีการจัดการด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียของการใช้พลังงานลงและถ้าสามารถควบคุมการใช้พลังงานให้เป็นไปตามเป้าหมายแล้ว จะส่งผลที่ดีในทุก ๆ ด้านอีกด้วย ดังนั้นด้วยเหตุนี้ การจัดการด้านพลังงาน จึงมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ การศึกษาเพื่อที่จะหาแนวทางในการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานให้ดียิ่งขึ้นในเรื่องของการลดการสูญเสียหรือการดูแลเบื้องต้น และการปรับปรุงประสิทธิ-ภาพการใช้ พลังงานในกระบวนการผลิต ดังนั้นการทำการศึกษานี้จะมุ่งศึกษาในเรื่องการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานของบริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง ที่จังหวัดสระบุรี

1.1.1 ภูมิหลังของบริษัท

บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง เป็นโรงงานที่ได้ดำเนินการผลิตและจำหน่ายปูนซีเมนต์ โดยโรงงานตั้งอยู่ที่ จังหวัดสระบุรี ซึ่งบริษัทฯ ได้ถือกำเนิดขึ้นในช่วงที่เกิดวิกฤตการณ์ปูนซีเมนต์ในประเทศขาดแคลน บริษัท ฯ ได้ตั้งอยู่บนพื้นที่ประมาณ 3,100 ไร่ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวไม่เพียงแต่เป็นอาณาเขตที่ตั้งของโรงงานปูนซีเมนต์เท่านั้น แต่ยังเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ของบริษัทฯ เช่น หินปูน หินดินดาน ซึ่งมีปริมาณมากเพียงพอและมีคุณภาพดีสำหรับการใช้งาน โรงงานปูนซีเมนต์ของบริษัทฯ ใช้เงินลงทุน 30,000 - 40,000 ล้านบาท โดยปัจจุบันโรงงานมีกำลังการผลิต 24,000 ตันต่อวัน หรือ 7,200,000 ตันต่อปี โดยมีลักษณะผลิตของโรงงานเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Process) ซึ่งใช้กรรมวิธีการผลิตแบบแห้ง (Dry Process) ทำการควบคุมและตรวจสอบการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ทั้งระบบ โดยใช้กรรมวิธีชั้นสูงจากประเทศเยอรมัน เพื่อเป็นการพัฒนาระบบการทำงานและสามารถนำผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไปแข่งขันกับตลาดโลก

1.1.2 ลักษณะทั่วไปขององค์กร (Organization)

ลักษณะโดยทั่วไปขององค์กรเป็นองค์ประกอบที่แสดงให้เห็นถึงระบบความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและตำแหน่งต่าง ๆ ภายในองค์กรนั้น ๆ ซึ่งระบบความสัมพันธ์เช่นนี้จะประกอบด้วยตัวบุคคลและบทบาทต่าง ๆ อันได้แก่ ตำแหน่งที่บุคคลแต่ละคนครอบครองอยู่ รวมถึงพฤติกรรมที่อาจเกิดขึ้นจากบุคคลที่อยู่ในตำแหน่งหรือบทบาทนั้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดลักษณะการแบ่งงานกันทำตามความชำนาญเฉพาะด้าน การประสานร่วมมือ การบูรณาการและลักษณะอื่น ๆ ที่จะเป็นกลไกในการตรวจสอบควบคุมให้บุคคลทุกคนสามารถปฏิบัติงานให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายได้ สำหรับกรณีศึกษา บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง มีการจัดองค์กรที่เป็นทางการ ประเภท องค์กรการผลิต ซึ่งเป็นองค์กรที่ทำการผลิตสินค้า คือ ปูนซีเมนต์ โดยมีรูปแบบลักษณะโครงสร้างและอำนาจความรับผิดชอบตามโครงสร้างองค์กรดังรูปที่ 1.1 และโครงสร้างฝ่ายผลิต ดังรูปที่ 1.2 ต่อไปนี้



รูปที่ 1.1 แผนผังองค์กรการบริหารบริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง ในส่วนของโรงงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง ได้กำหนดแบ่งอำนาจและหน้าที่ความรับผิดชอบ ดังนี้

(1) ผู้จัดการโรงงาน

- มีหน้าที่รับผิดชอบในการควบคุมดูแลโรงงานทั้งหมดในทุก ๆ ส่วนโดยรวม และควบคุมดูแลกิจกรรมคุณภาพทั้งหมดในส่วนของโรงงานและการดำเนินงานในโรงงาน/และกระบวนการผลิตให้ได้คุณภาพและเป็นไปตามเป้าหมายและนโยบายต่าง ๆ

- มีหน้าที่รับผิดชอบแผนงานทั้งหมดของโรงงาน และประสานงานโครงการขยายโรงงานกับสายงานที่เกี่ยวข้อง

(2) ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน

- มีหน้าที่กำกับ ดูแลฝ่ายเหมือง ฝ่ายผลิต ฝ่ายซ่อมบำรุงและฝ่ายควบคุมคุณภาพ ให้ปฏิบัติสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และนโยบายของบริษัทฯ

- มีหน้าที่รับผิดชอบให้การสนับสนุนในการกำกับ ดูแลควบคุมกิจกรรมทั้งหมดในโรงงานให้มีการปฏิบัติอย่างจริงจังและมีประสิทธิภาพ

- มีหน้าที่รับผิดชอบสำหรับการรวบรวมปัญหาคุณภาพ ค้นหาสาเหตุ และให้คำแนะนำในการปฏิบัติการแก้ไขและมาตรการป้องกัน

(3) ผู้จัดการฝ่ายเหมือง

- มีหน้าที่รับผิดชอบการควบคุมดูแล การดำเนินงาน การจัดหา สำรวจแหล่งวัตถุดิบและทำเหมืองหิน เพื่อผลิตวัตถุดิบและนำวัตถุดิบมาใช้ในกระบวนการผลิต

- มีหน้าที่รับผิดชอบในเรื่องการควบคุมดูแลการดำเนินงานการซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในการทำเหมือง

- มีอำนาจในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการทำเหมือง การติดต่อประสานงานกับฝ่ายอื่นๆ และหน่วยรายการที่เกี่ยวข้อง

(4) ผู้จัดการฝ่ายผลิต

- มีหน้าที่รับผิดชอบในการผลิต ตลอดจนการวางแผนงานผลิต และการควบคุมกระบวนการ/ดำเนินการผลิตให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และนโยบายต่าง ๆ ของบริษัทฯ

- มีหน้าที่รับผิดชอบในการควบคุมปัจจัยการผลิต (เครื่องจักร กำลังคน กระบวนการและต้นทุน) ให้ได้ตามแผนและปฏิบัติตามระเบียบการปฏิบัติงานที่ว่าด้วยเรื่องอำนาจหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละแผนกที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพสม่ำเสมอ

- มีหน้าที่รับผิดชอบในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ให้มีคุณภาพอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

(5) ผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ

- มีหน้าที่รับผิดชอบการกำหนดแผนงาน การควบคุมคุณภาพ การตรวจสอบวัตถุดิบ กระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานข้อกำหนด รวมทั้งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นใหม่

- มีหน้าที่รับผิดชอบควบคุมดูแล การตรวจสอบพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ รวมถึงมาตรการตรวจสอบในกระบวนการผลิต

- มีอำนาจในการสรุปจัดการกับปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น และอำนาจในการสั่งหยุดกระบวนการผลิต และจัดส่งมอบสินค้า

(6) ผู้จัดการฝ่ายบุคคลและธุรการ

- มีหน้าที่รับผิดชอบการกำหนดแผนงานบุคลากร/ธุรการ และประชาสัมพันธ์

- มีหน้าที่รับผิดชอบการดำเนินงานด้านจัดสรรอัตราบุคลากรของฝ่ายต่างๆ ให้เหมาะสมกับสภาพของงาน

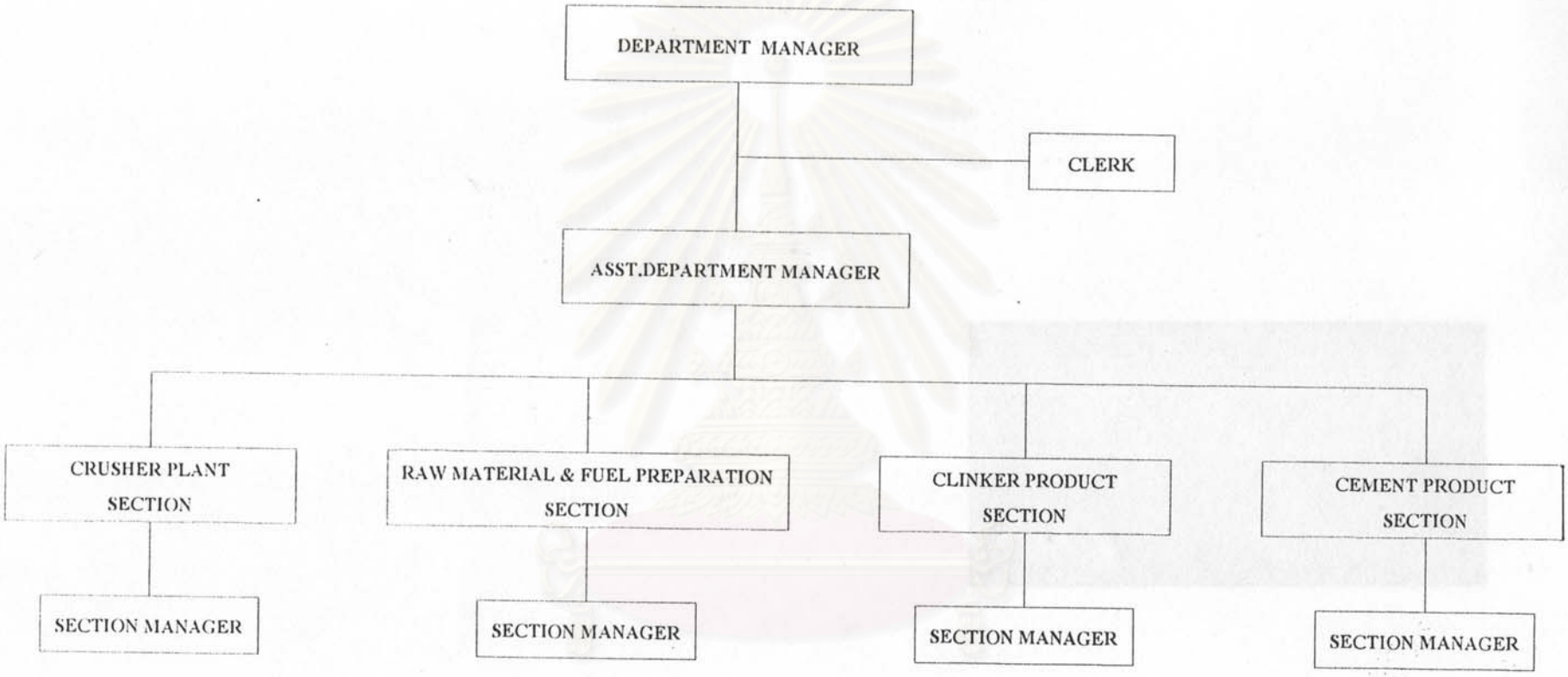
(7) ผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุง

- มีหน้าที่รับผิดชอบการกำหนดแผนงานการซ่อมบำรุง เครื่องจักร เครื่องมือ/ทดสอบและระบบไฟฟ้าภายในโรงงาน

- มีหน้าที่รับผิดชอบการประสานงานการซ่อมบำรุงระหว่างแผนกในฝ่ายซ่อมบำรุงและฝ่ายอื่น ๆ

- มีอำนาจในการวางแผน/จัดหาอุปกรณ์และเครื่องจักรให้เหมาะสมกับการผลิตและจัดหาควบคุมอะไหล่ เพื่อสำรองการซ่อมเครื่องจักร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1.2 แผนผังโครงสร้างฝ่ายผลิต

องค์กรฝ่ายผลิต

องค์กรฝ่ายผลิตของบริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง มีโครงสร้างต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

แผนก Crusher จะทำหน้าที่ย่อยวัตถุดิบจำพวก หินปูน หินเชลล์ แร่เหล็ก และถ่านหิน จากขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลงตามขนาดต่าง ๆ กันเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับใช้ในการบดให้กับแผนก Raw Material & Fuel Preparation ต่อไป ในส่วนของแผนก Crusher จะมีการใช้พลังงานในส่วนของพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรเพื่อใช้ในการย่อยวัตถุดิบ ระบบขนส่งโดยใช้สายพานลำเลียง และยังใช้พลังงานจากน้ำมันดีเซลสำหรับรถตักและรถบรรทุกในการขนถ่ายวัตถุดิบต่าง ๆ จากพื้นที่เก็บไปทำการย่อยที่สถานีเครื่องย่อยนั้น ๆ

แผนก Raw Material & Fuel Preparation จะทำหน้าที่ในการบดวัตถุดิบที่ผ่านการย่อยลดขนาดแล้วจากแผนก Crusher ทั้งในส่วนของวัตถุดิบต่าง ๆ แต่ละชนิดที่ใช้ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ให้มีส่วนผสมและขนาดละเอียดตามมาตรฐานที่กำหนดซึ่งในขณะที่ทำการบดนั้นจะมีการผสมวัตถุดิบต่าง ๆ เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพตามความต้องการเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปูนซีเมนต์ต่อไป และทำหน้าที่จัดเตรียมเชื้อเพลิงในส่วนของน้ำมันเตา (Heavy Oil) และทำการบดถ่านหินเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ของกระบวนการผลิตปูนเม็ดให้กับแผนก Clinker Production อีกด้วย ในส่วนของแผนก Raw Material & Fuel Preparation จะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรที่ใช้ในการบดวัตถุดิบและบดถ่านหิน และมีการใช้พลังงานความร้อนจากน้ำมันเตา (Heavy Oil) ในการเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้ออุ่นน้ำมันเตา (Boiler) เพื่อรักษาอุณหภูมิของน้ำมันเตาให้เหมาะสมไม่เกิดการแข็งตัวภายในท่อส่งน้ำมันเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงช่วงแรกในการเผาไหม้ในเตาเผาต่อไป

แผนก Clinker Product จะทำหน้าที่นำเอาวัตถุดิบที่ผ่านการจัดเตรียมส่วนผสมต่าง ๆ และผ่านการบดแล้ว จากแผนก Raw Material & Fuel Preparation มาทำการเผาเพื่อทำให้การแตกตัวทางปฏิกิริยาเคมี ที่อุณหภูมิประมาณ 1400 ^{0}C แล้วรวมตัวกันเป็นปูนเม็ดจากนั้นทำให้ปูนเม็ดนั้นเย็นตัวโดยการถ่ายเทความร้อนกับอากาศภายนอก แล้วจึงนำไปเก็บใน Silo เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปูนซีเมนต์ให้กับ แผนก Cement Product ต่อไป ในส่วนของแผนก Clinker Production จะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของเครื่องจักรต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด และมีการใช้พลังงานความร้อนทั้งในส่วนของน้ำมันเตาซึ่งใช้ในการเผาไหม้ให้ความร้อนในช่วงแรกและถ่านหินเพื่อใช้ในการเผาไหม้ให้ความร้อนในกระบวนการผลิตอยู่ตลอดเวลาที่

ทำการผลิตอีกทั้งยังช่วยให้เกิดการถ่ายเทความร้อนไปยังส่วนต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ความร้อนในกระบวนการผลิตและทำให้เกิดปฏิกิริยาการแตกตัวได้เป็นปูนเม็ดเกิดขึ้น

แผนก Cement Product จะทำหน้าที่บดปูนเม็ดและส่วนผสมต่าง ๆ เช่น ยิปซั่ม หรือส่วนผสมอื่น ๆ ตามแต่ละประเภทของปูนซีเมนต์เพื่อให้เป็นปูนซีเมนต์ที่มีความละเอียดสูงและทำการบรรจุหีบห่อเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป ในส่วนของแผนก Cement Production นี้จะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของเครื่องจักรที่ใช้ในการบดปูนเม็ดให้เป็นปูนซิเมนต์และเครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อที่เกิดขึ้น

1.1.3 ผลิตภัณฑ์

เนื่องจากปูนซีเมนต์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องกำหนด SPECIFICATION ให้ได้มาตรฐานโลก ดังนั้นผลิตภัณฑ์ปูนซิเมนต์ที่ทำการผลิต จึงมีมาตรฐานที่กำหนดไว้ดังนี้

ปูนซีเมนต์ผสม (สีเขียว) เป็นปูนซีเมนต์ที่ได้จากการนำวัสดุเฉื่อยบดละเอียด เช่น ทราย หรือหินปูนและอื่น ๆ เข้ากับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง ที่ทำการผลิตขึ้นโดยให้คุณภาพของ ปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ผสม มอก. 80 – 2517 ปูนซีเมนต์ผสม (สีเขียว) มีคุณสมบัติ ที่ง่ายต่อการใช้งาน และเหมาะในการใช้ผลิตกระเบื้องมุงหลังคา กระเบื้องคอนกรีต โอ่ง ซีเมนต์บล๊อค เสาตอม่อ ถนน ทางเท้า อาคารบ้านพักขนาด 2 - 3 ชั้น ฯลฯ นอกจากนี้ปูนซีเมนต์ผสม (สีเขียว) ยังมีคุณ-สมบัติยืดหดตัวน้อย ไม่ทำให้เกิดรอยแตกร้าวแก่อาคาร จึงเหมาะสมที่ใช้ทำปูนก่อและปูนฉาบได้ดี

ปูนซีเมนต์ปอร์แลนด์ประเภทหนึ่ง (สีแดง)เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (ORDINARY PORTLAND CEMENT) ผลิตขึ้นโดยให้คุณภาพของปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มอก.15-2532 ประเภทหนึ่ง เทียบได้กับปูนซิเมนต์ปอรต์แลนด์แบบธรรมดา ตามมาตรฐานของสมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน รหัส ซี 150-89 ประเภทหนึ่ง (ASTM C 150-89 TYPE I) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 (สีแดง) เหมาะที่จะนำไปใช้กับงานก่อสร้าง งานคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดสูงและงานคอนกรีตทั่วไป เช่นงานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทุกชนิด สะพาน ถนน สนามบิน และผลิตภัณฑ์คอนกรีตอัดแรง ประเภทต่าง ๆ

ปูนซีเมนต์ปอร์แลนด์ประเภทสาม (สีดำ) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ให้กำลังอัดเร็วในระยะเวลาสั้น (HIGH EARLY STRENGTH PORTLAND) ผลิตโดยให้มีคุณภาพของปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มอก. 15 - 2532 ประเภทสาม เทียบได้กับปูนซิเมนต์ปอรต์แลนด์เกิดแรงสูงเร็ว

ตามมาตรฐานของสมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน รหัส ซี 150-80 ประเภทสาม (ASTM C - 150 TYPE III) เป็นปูนซีเมนต์ที่มีความละเอียดสูงแข็งตัวและรับกำลังอัดได้เร็วกว่าแบบธรรมดา จึงเหมาะสำหรับงานก่อสร้างที่ต้องการให้คอนกรีตรับกำลังอัดได้เร็ว เช่น งานที่ต้องทำแข่งกับเวลา หรือต้องการถอดแบบได้รวดเร็ว นอกจากนั้นยังนิยมนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์คอนกรีตอัดแรงทุกประเภท เช่น เสาเข็ม แผ่นพื้น คาน เสาไฟฟ้า และงานประเภทอื่น ๆ ที่ต้องการความแข็งแรงที่สูง

ลักษณะการจัดจำหน่ายของผลิตภัณฑ์มีดังนี้

1. จำหน่ายเป็นปูนซิเมนต์ชนิดบรรจุถุง
2. จำหน่ายเป็นปูนซิเมนต์ชนิดผง

1.1.4 กรรมวิธีการผลิตปูนซิเมนต์

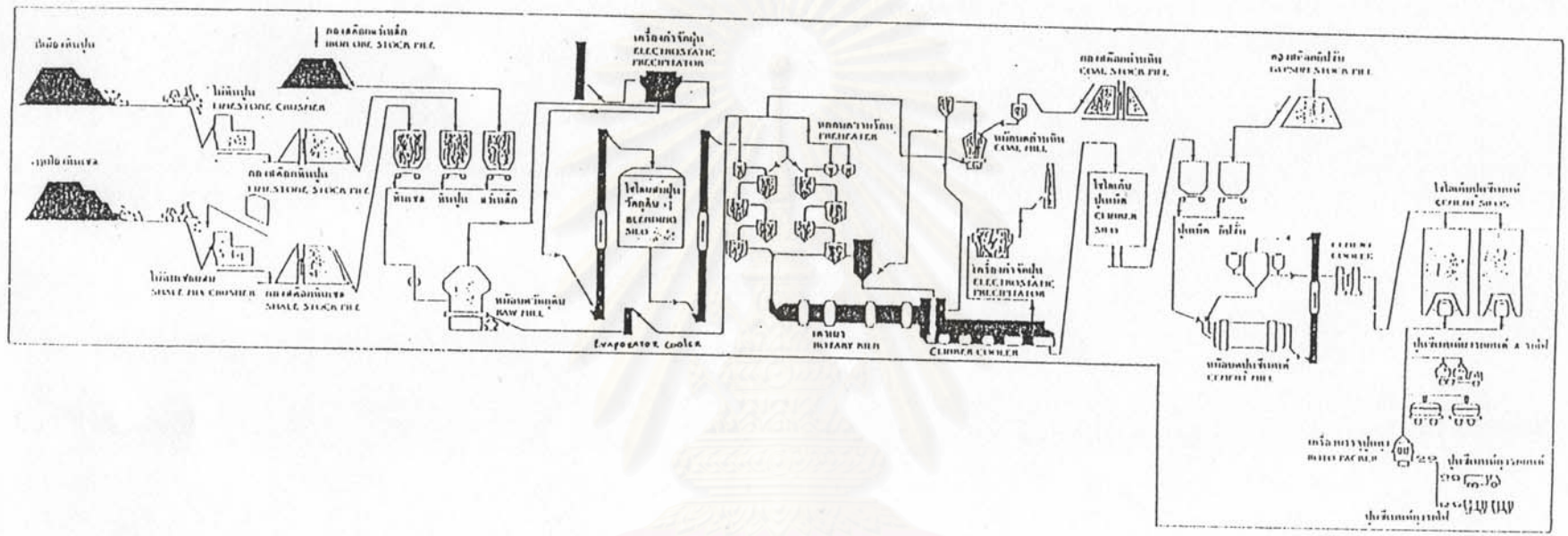
ในปูนซีเมนต์ปอรต์แลนด์จะประกอบด้วยส่วนผสมของวัตถุดิบที่มีสารประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ

1. Calcareous Material ซึ่งได้แก่ หินปูน (Limestone) จะมีสารประกอบพวกแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_2$)

2. Argillaceous Material ซึ่งได้แก่ หินเชลล์ A (Alumina Shale) จะมีสารประกอบพวก อลูมิน่าออกไซด์ (Al_2O_3) และ หินเชลล์ S (Silica Shale) จะมีสารประกอบพวกซิลิกาไดออกไซด์ (SiO_2) ซึ่งอยู่ในรูปของดินดำหรือดินเหนียว (Clay) และดินดาน (Shale)

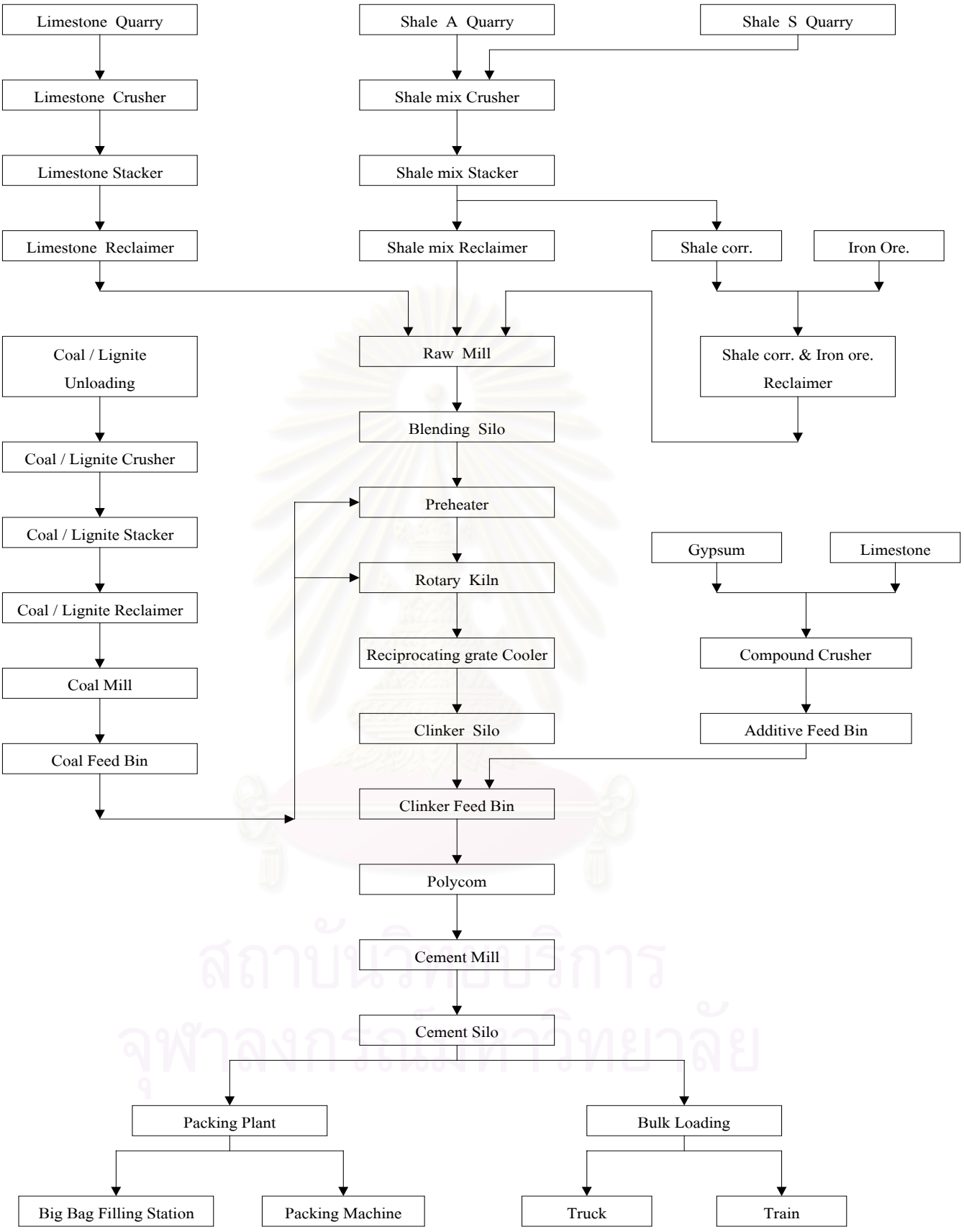
3. Iron Oxide Materials ซึ่งได้แก่ แร่เหล็ก (Iron Ore) หรือศิลาแลง (Laterite) จะมี สารประกอบพวกเฟอริคออกไซด์ (Fe_2O_3)

กรรมวิธีการผลิตแบบแห้งนี้ ขั้นตอนการผลิตเริ่มจะใช้รถแทรกเตอร์ตักหินปูนและหินเชลล์ที่ระเบิดแล้วจากภูเขาในแหล่งสัมปทานของบริษัท บรรทุกใส่รถขนส่งวัตถุดิบขนาดใหญ่มาทำการเทใส่ลงในโม่วัตถุดิบเหล่านี้จะผ่านกระบวนการบด ณ โรงโม่หินสำหรับผลิตปูนซีเมนต์ หลังจากนั้นวัตถุดิบที่ได้ขนาดตามที่ต้องการจะถูกลำเลียงมาผ่านทำการโปรยกระบวนการบดวัตถุดิบอย่างละเอียด ส่วนเชื้อเพลิงถ่านหินก็จะผ่านกระบวนการหม้อบดถ่านหินให้สารประกอบเหล่านี้คลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกัน และผ่านกระบวนการเตาเผาปูนเม็ด ผลผลิตที่ได้เรียกว่าปูนเม็ดหรือ Clinker แล้วผ่านกระบวนการผสมด้วยยิปซัม เพื่อหน่วงปฏิกิริยาไม่ให้ทำปฏิกิริยากับน้ำเร็วเกินไป แล้วผ่านกระบวนการบดด้วยหม้อบดซีเมนต์ ขบวนการเหล่านี้จะได้ ปูนซีเมนต์ชนิด-ผง จากนั้นจะไปผ่านกระบวนการบรรจุหีบห่อ (Packing) เพื่อรอการจำหน่ายต่อไป ดังรูปที่ 1.3 และรูปที่ 1.4 จะแสดงกรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอรต์แลนด์



รูปที่ 1.3 แสดงกรรมวิธีการผลิตปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.4 ผังแสดงกรรมวิธีในการผลิตปูนซีเมนต์ปอรต์แลนด์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1.5 การใช้พลังงาน

พลังงานที่ใช้กระบวนการผลิตปูนซิเมนต์นั้นประกอบไปด้วย พลังงาน 3 ส่วนที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตดังต่อไปนี้คือ

1. พลังงานไฟฟ้า
2. พลังงานความร้อน
3. และพลังงานจากน้ำมันดีเซล

ซึ่งพลังงานทั้ง 3 ส่วน ได้ถูกแสดงให้เห็นถึงการไหลของพลังงานไปใช้ยังส่วนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

พลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าได้มาจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแห่งประไทย โดยส่วนใหญ่ในกระบวนการผลิตจะใช้แรงดันไฟฟ้าขนาด 115 KV พลังงานไฟฟ้าจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ คือ

1. พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ในกระบวนการผลิต
2. พลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำไปใช้ในส่วนของอาคารสถานที่

พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ในกระบวนการผลิต พลังงานไฟฟ้าส่วนนี้จะถูกนำไปใช้ยังส่วนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิต โดยสามารถแบ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ตามแผนกต่าง ๆ ดังนี้

(1) พลังงานไฟฟ้าถูกนำไปใช้ที่แผนกย่อยวัตถุดิบ (Crusher) เพื่อใช้เป็นพลังงานให้กับเครื่องจักรในการย่อยวัตถุดิบ

(2) พลังงานไฟฟ้าถูกนำไปใช้ที่แผนกเตรียมวัตถุดิบและเชื้อเพลิง (Raw Material & Fuel Prep) เพื่อใช้เป็นพลังงานให้กับเครื่องจักรในการบดวัตถุดิบ และบดถ่านหิน

(3) พลังงานไฟฟ้าถูกนำไปใช้ที่แผนกเตาเผา (Kiln) เพื่อใช้เป็นพลังงานให้กับเครื่องจักรในการเผาวัตถุดิบที่ถูกบดแล้วเพื่อทำให้เป็นปูนซิเมนต์ชนิดเม็ด

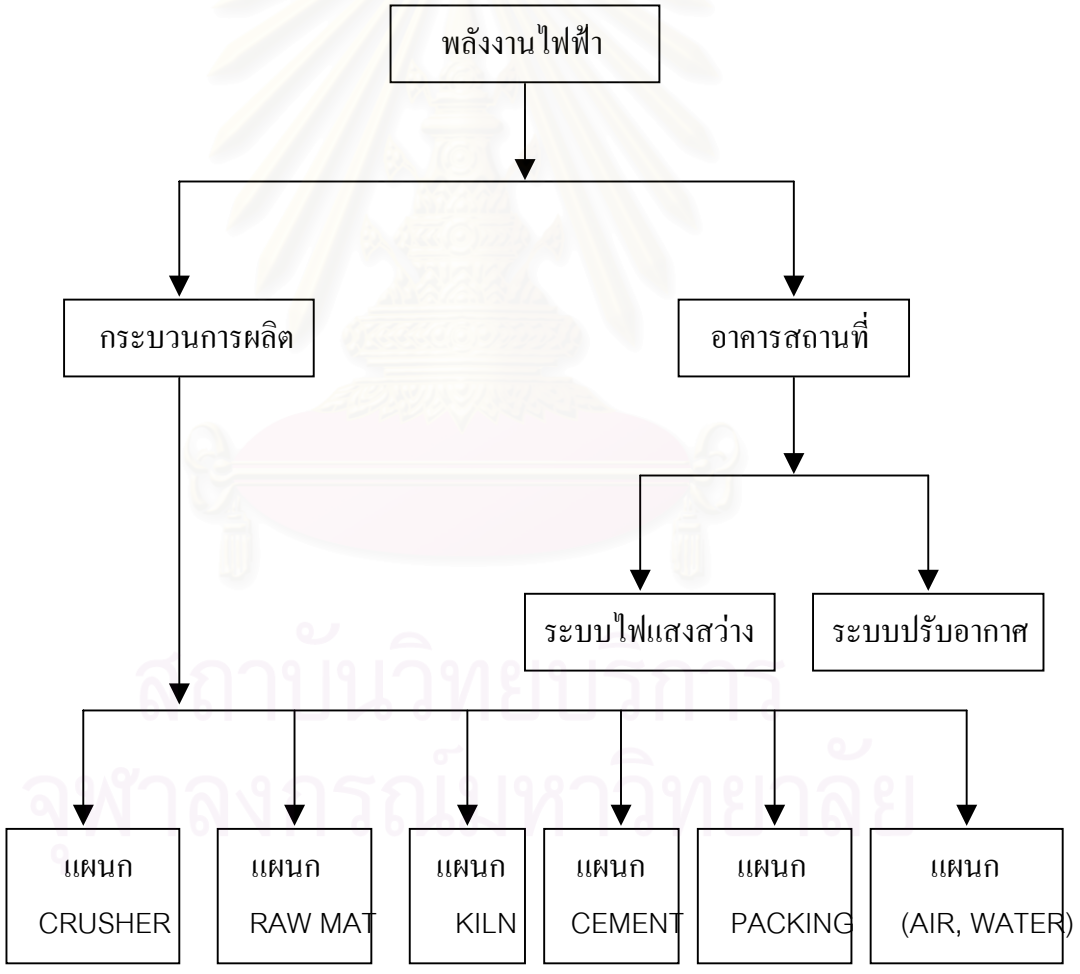
(4) พลังงานไฟฟ้าถูกนำไปใช้ที่แผนกบดซีเมนต์ (Cement) เพื่อใช้เป็นพลังงานให้กับเครื่องจักรในการบดปูนซิเมนต์ชนิดเม็ดและเติมสารประกอบอื่น ๆ เพื่อทำให้เป็นปูนซีเมนต์ชนิดผง

1.5 พลังงานไฟฟ้าถูกนำไปใช้ที่หน่วยงานบรรจุ (Packing) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนกบดซีเมนต์ เพื่อใช้เป็นพลังงานให้กับเครื่องจักรในการบรรจุและจำหน่ายปูนซิเมนต์

1.6 พลังงานไฟฟ้าถูกนำไปใช้ในส่วนอื่น ๆ ที่เหลือ เช่น ในการผลิตลมในกระบวนการผลิต ใช้ในการสูบน้ำและปั๊มน้ำมาใช้งาน เป็นต้น

พลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำไปใช้ในส่วนของอาคารสถานที่ ซึ่งพลังงานไฟฟ้าส่วนนี้จะถูก แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ พลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำไปใช้ในระบบแสงสว่าง และพลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำไปใช้ในระบบปรับอากาศ

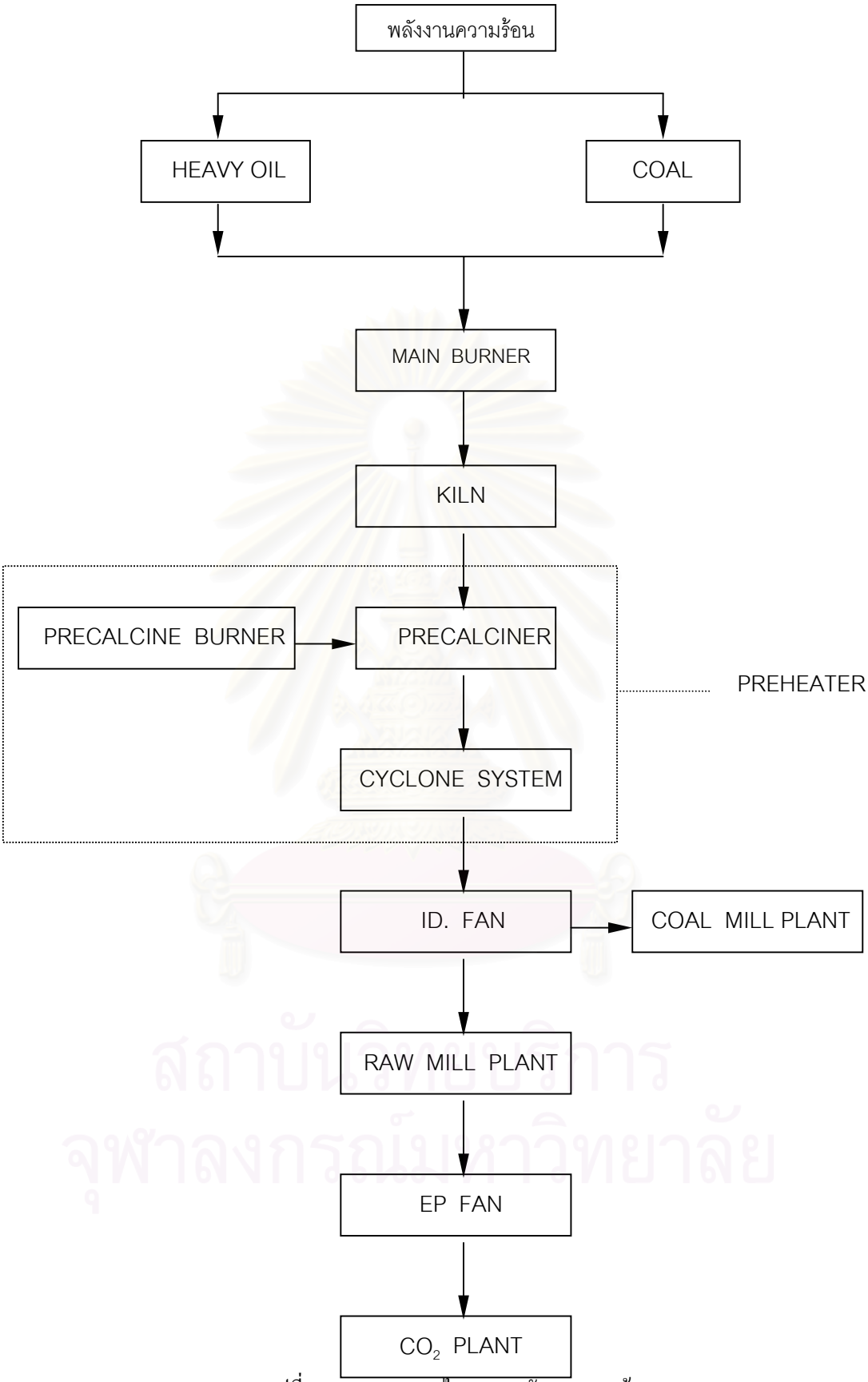
ซึ่งการไหลพลังงานไฟฟ้าจากทั้ง 2 ส่วนนี้จะแสดงในรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 แผนภาพการไหลของพลังงานไฟฟ้า

พลังงานความร้อน พลังงานความร้อนได้มาจากน้ำมันเตา และถ่านหิน ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงหลักในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ โดยน้ำมันเตาจะถูกป้อนเข้าสู่ Mainburner ในช่วงแรกเพื่อทำการจุดไฟให้พลังงานความร้อนในเตาเผา จากนั้นจึงทำการป้อนถ่านหินที่ถูกบดแล้วเพื่อใช้เป็น เชื้อเพลิงแทนต่อไป พลังงานความร้อนที่ได้จากเตาเผานี้จะถูกส่งไปยัง ระบบ Preheater ซึ่งในระบบ Preheater นี้จะประกอบไปด้วย Precalciner ระบบ Cyclone System และมี Precalcine Burner ทำหน้าที่จุดไฟให้พลังงานความร้อนอีกส่วนหนึ่งเช่นกัน ซึ่งระบบ Preheater นี้จะใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อที่จะทำให้วัตถุดิบเกิดปฏิกริยาในขบวนการทางเคมีที่สมบูรณ์ ความร้อนที่ผ่านระบบ Preheater นี้จะถูกส่งผ่านไปยัง หน่วยงานบดถ่านหิน Coal mill Plant และ หน่วยงานบดวัตถุดิบ Raw mill Plant จากนั้นความร้อนที่เหลือจากกระบวนการบดวัตถุดิบจะถูกส่งผ่านไปยัง ส่วนทำการผลิต ก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ CO_2 Plant จากนั้นจึงปล่อยความร้อนออกสู่บรรยากาศภายนอกต่อไป ซึ่งการไหลของพลังงานความร้อนจะแสดงในรูปที่ 1.6 ต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



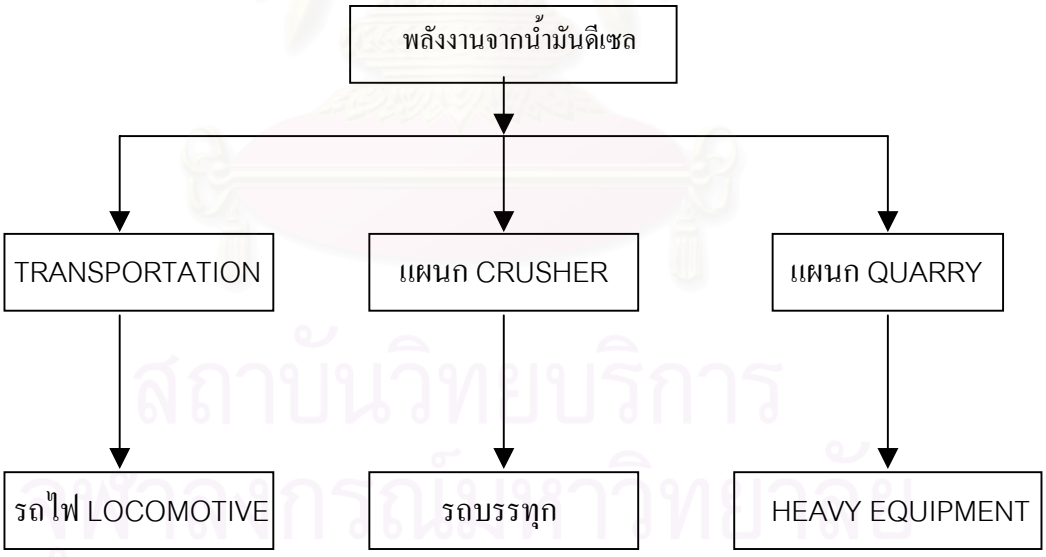
รูปที่ 1.6 แผนภาพการไหลของพลังงานความร้อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พลังงานจากน้ำมันดีเซล น้ำมันดีเซลที่ให้พลังงานในกระบวนการผลิตและการขนส่งนั้น จะต้องทำการซื้อมาจากภายนอก พลังงานที่ได้จากน้ำมันดีเซลนี้จะถูกนำไปใช้งานใน 3 ส่วน ด้วยกัน คือ

1. พลังงานจากน้ำมันดีเซลถูกนำไปใช้ในระบบการขนส่งต่าง ๆ เช่น รถไฟ
2. พลังงานจากน้ำมันดีเซลถูกนำไปใช้ ที่แผนกย่อยวัตถุดิบ (Crusher) ในการขนส่งวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่ มาทำการย่อยให้มีขนาดเล็กลง
3. พลังงานจากน้ำมันดีเซลถูกนำไปใช้ ที่แผนกเหมือง (Quarry) ซึ่งนำไปใช้กับอุปกรณ์เครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่น รถขุดเจาะ รถตักขนาดใหญ่ เป็นต้น

ซึ่งการไหลของพลังงานจากน้ำมันดีเซลจะแสดงในรูปที่ 1.7 ต่อไปนี้



รูปที่ 1.7 แผนภาพแสดงการไหลของพลังงานจากน้ำมันดีเซล

1.2 ความเป็นมาของปัญหา

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการผลิต การใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสมจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ควรจะเป็น การจัดการด้านพลังงานที่ดีจึงเป็นสิ่งจำเป็นในกระบวนการผลิตทั้งนี้เนื่องจากการจัดการด้านพลังงานจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิ-ภาพคุ้มกับค่าใช้จ่ายที่เสียไป ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจะเป็นต้นทุนการผลิตส่วนใหญ่ของการผลิต ถ้ามีการจัดการด้านพลังงานที่ดีจะช่วยให้เกิด การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีการควบคุมปริมาณการใช้พลังงาน การตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานเป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้การจัดการพลังงานที่ดีจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่าง ๆ อย่างมากมาย จากค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากอดีตจนถึงปี 2541 โดยการรวบข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในอดีตเป็นต้นมาได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.1 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานตั้งแต่ปี 2537 จนถึงปี 2541

ปี	ค่าใช้จ่ายพลังงาน (ล้านบาท)	ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ (ล้านตัน)	ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ (ล้านตัน)	อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อปริมาณปูนเม็ด Baht /Ton Clinker	อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อปริมาณปูนซีเมนต์ Baht/Ton Cement
2537	975	2.640	2.820	369	346
2538	1,545	4.200	4.530	367	341
2539	2,250	5.260	6.680	428	337
2540	2,391	6.775	6.989	353	342
2541	2,092	6.220	4.149	342	534

ค่าสัดส่วนของค่าพลังงานในการผลิตปูนซีเมนต์ในปี 2540 ซึ่งเป็นปีทีทำการผลิตครบทั้ง 3 line การผลิต สามารถทำการผลิตปูนซีเมนต์ได้ 6.98 ล้านตัน (กำลังการผลิตใน 1 ปี) มีการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. พลังงานไฟฟ้า 1,205 ล้านบาท คิดเป็น 53 %
2. พลังงานความร้อนจากถ่านหินและน้ำมันเตา 970 ล้านบาท คิดเป็น 41 %
3. พลังงานจากน้ำมันดีเซล 140 ล้านบาท คิดเป็น 6 %

จากค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นทำให้ทราบว่ามีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยเป็นค่าใช้จ่ายที่มีปริมาณที่สูงและแนวโน้มค่าใช้จ่ายต่อผลผลิตโดยรวมมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ดังนั้นถ้ามีการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตที่เหมาะสม แล้วจะช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้และจะเป็นผลให้ต้นทุนในการผลิตจะต่ำลง

1.2.1 ปัญหาที่พบในปัจจุบัน

ปัญหาที่พบในปัจจุบันด้านการจัดการด้านพลังงานมีดังนี้

1. การขาดการตรวจสอบวิเคราะห์สถานภาพการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน
2. การขาดกระบวนการในการควบคุมการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์ทำให้มีการใช้พลังงานที่สูง
3. มีการสูญเสียในเรื่องของการใช้พลังงานในเรื่องของการเดินเครื่องจักรตัวเปล่าทิ้งไว้ในกระบวนการผลิตเมื่อมีการ Shut down หรือ Break down เกิดขึ้น
4. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตบางส่วนยังสามารถปรับปรุงให้เพิ่มประสิทธิภาพได้มากยิ่งขึ้นเพื่อให้ใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่า

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาและพัฒนาการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตของการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานมีดังนี้

1. การศึกษาถึงปัญหาการจัดการพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนเท่านั้น ตลอดจนหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการด้านพลังงานของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์
2. ศึกษาและหาแนวทางพัฒนาการจัดการด้านพลังงานเพื่อให้สามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นโดยการบริหารค่าไฟฟ้า การใช้พลังงานความร้อนให้เหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์
3. วิเคราะห์ปัญหาความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้น และหาแนวทางพัฒนาปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน
4. วิเคราะห์เปรียบเทียบและประเมินผลที่ได้รับ
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ
6. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยมีดังนี้

1. ทราบถึงปัญหาการสูญเสียทางด้านการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์
2. ทราบแนวทางในการจัดการด้านพลังงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น
3. เป็นแนวทางสำหรับโรงงานผลิตปูนซีเมนต์อื่น ๆ ที่มีกระบวนการผลิตและเครื่องจักรใกล้เคียงกัน
4. เป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญของกระบวนการผลิต การใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสมจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ควรจะเป็น ตั้งแต่เกิดวิกฤตการณ์พลังงานที่ผ่านมาทำให้ราคาน้ำมันดิบเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจนมีราคาเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัวในเวลาเพียงไม่กี่ปี การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของราคาน้ำมันดิบทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ซึ่งส่งผลโดยตรงกับค่าพลังงานที่โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องจ่ายเพิ่มขึ้นทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์แพงตามไปด้วย เพื่อให้สามารถดำเนินการและแข่งขันอยู่ได้โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงต้องหาทางลดต้นทุนการผลิตลง และแนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้อย่างได้ผลก็คือ “การจัดการด้านพลังงาน” โดยมีการประหยัดพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการจัดการด้านพลังงาน ต่อไปนี้เป็นการนำเสนอทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยทางด้านการจัดการพลังงานและการประหยัดพลังงาน

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานนี้จะครอบคลุมในเรื่องการจัดการด้านพลังงาน การประหยัดพลังงาน และสมรรถภาพพลังงานของโรงงานโดยมีแนวคิดและหลักการดังต่อไปนี้

2.1.1 การจัดการพลังงาน

การจัดการพลังงาน หมายถึง

1 ความพยายามในการใช้พลังงานในจำนวนน้อยที่สุดเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดโดยไม่ทำให้กิจกรรมการผลิตต่ำลงและไม่ลดคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2. การทำให้ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ในส่วนของพลังงานลดน้อยลง

3. การใช้พลังงานตามความจำเป็น และในขณะเดียวกันก็ลดการสูญเสียที่ไม่จำเป็นต่าง ๆ เพื่อให้ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสูงขึ้น

4. การเลือกใช้พลังงานให้เหมาะสมทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ และความต่อเนื่องในการจัดหา

แนวทางในการพิจารณาจัดการพลังงานประกอบด้วย

1. การเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสม
2. การป้องกันการสูญเสียพลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การใช้ประโยชน์พลังงานที่ยังไม่ได้ใช้ให้เป็นประโยชน์

การเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสม โดยทั่วไปพลังงานไฟฟ้าเมื่อใช้กับงานขับเคลื่อน เครื่องจักรกลและงานให้แสงสว่างจะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานชนิดอื่นแต่ถ้าใช้กับงานในรูปของพลังงานความร้อน โดยทั่วไปการใช้ก๊าซและน้ำมันเป็นเชื้อเพลิงจะได้เปรียบ เพราะเป็นการแปรสภาพจากพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วค่อยแปรสภาพเป็นพลังงานความร้อนตามต้องการ แต่อย่างไรก็ตาม ในกรณีของอุปกรณ์การผลิตที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิอย่างละเอียดการใช้พลังงานในการให้ความร้อนจะได้เปรียบอยู่บ้าง นั่นคือการเลือกใช้ชนิดของพลังงานนั้นจะต้องพิจารณาจากคุณสมบัติทั้งทางด้านกายภาพและทางด้านเศรษฐกิจโดยการพิจารณาในแง่ของประสิทธิภาพรวมที่จะได้ นอกจากนี้ยังอาจต้องพิจารณาถึงผลกระทบในระยะยาวอื่น ๆ ด้วย

การป้องกันการสูญเสียพลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ พลังงานไฟฟ้านั้นมีที่ใช้งานต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ ใช้ในการให้ความร้อน ให้แสงสว่าง และใช้ในงานควบคุม เป็นต้น การศึกษาสภาพการใช้งานและหาทางลดการสูญเสียในรูปต่าง ๆ เช่น การเดินเครื่องตัวเปล่าของมอเตอร์ ความร้อนรั่ว ลมรั่วหรือน้ำรั่ว นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้พลังงานให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น

การใช้ประโยชน์พลังงานที่ยังไม่ได้ใช้ให้เป็นประโยชน์ ในสภาพการปฏิบัติงานบางแห่ง มีการปล่อยความร้อนจากไฟฟ้า ไอน้ำ และก๊าซทิ้งไป โดยไม่ได้ใช้เป็นประโยชน์ในหม้อไอน้ำหรืออุปกรณ์ให้ความร้อนจากไฟฟ้า พลังงานความร้อนที่ป้อนเข้าไปทั้งหมดเมื่อใช้ในการผลิตแล้วโดยทั่วไปก็ยังมีปริมาณความร้อนเหลืออยู่อีกมาก ดังนั้น ถ้านำพลังงานความร้อนส่วนที่เหลือมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เช่น ในการอุ่นวัสดุหรือในการทำน้ำร้อนก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานความร้อนดีขึ้น

ในวงการอุตสาหกรรมโดยทั่วไปนั้น การประสบความสำเร็จในการจัดการพลังงานจะมีได้ก็ต่อเมื่อโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ๆ ได้ดำเนินการดังนี้

ก. จัดตั้งหน่วยบริหารระดับสูง เพื่อรับผิดชอบงานทางด้านการจัดการพลังงาน

ข. กำหนดเป้าหมายของการจัดการพลังงาน

ค. วิธีการประสานงานในแผนงานการจัดการพลังงาน

โดยทั่วไปแนวทางการจัดการพลังงานจะประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ค้นหาปริมาณการใช้และปริมาณสูญเสียของพลังงาน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนเริ่มแรกซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ได้ดังนี้

ก. ศึกษาชนิดและปริมาณพลังงานที่ใช้ระบบต่าง ๆ ของรงงานอย่างละเอียดและพลังงานที่เข้าไปในระบบต่าง ๆ นั้น มีการกระจายการใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือมีการสูญเสียมากน้อยเพียงใด

ข. สร้างและวิเคราะห์สมดุลพลังงานในแต่ละขั้นตอนผลิตอย่างละเอียดถี่ถ้วน ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการอัตราการไหลพลังงานเข้า-ออก ในแต่ละขั้นตอนการผลิต

2. ดำเนินการจัดการพลังงานโดยวิธีการต่าง ๆ จากการศึกษาการใช้พลังงาน ตามข้อที่ 1. เป็นผลทำให้ทราบถึงรายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งสามารถกำหนดวิธีการต่าง ๆ ในการจัดการพลังงานได้โดยจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น

3. ติดตามผลที่ได้จากการดำเนินการจัดการพลังงาน การติดตามผลนี้จะทำให้รู้ถึงส่วนเปลี่ยนแปลงของปริมาณพลังงานที่ใช้ และสามารถวางแผนระบบการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรต่าง ๆ ตลอดจนสามารถทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือเครื่องจักรนั้น ๆ ว่าอยู่ในระดับใด

เป้าหมายของการจัดการพลังงาน ความต้องการในการจัดการพลังงานจำเป็นต้องเขียนออกมาเป็นเป้าหมายที่ชัดเจน ดังตัวอย่างที่แสดงให้เห็นต่อไปนี้

ตาราง ตัวอย่างเป้าหมายการจัดการพลังงาน

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

(ชัยพร วงศ์พิศาล, 2531)

2.1.2 การประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานให้ได้ผลจะต้องเริ่มต้นจากระดับบริหารของบริษัทหรือของโรงงานว่ามีวัตถุประสงค์หรือความตั้งใจแน่วแน่เพียงใดที่จะดำเนินการประหยัดพลังงานให้ได้ผล เมื่อมีวัตถุประสงค์หรือความตั้งใจที่แน่วแน่เกี่ยวกับเรื่องการประหยัดพลังงานแล้ว จะต้องจัดลำดับโครงการประหยัดพลังงานให้มีความสำคัญอยู่ในลำดับแรก ๆ และต้องให้การสนับสนุนทั้งทางด้านกำลังคนและทรัพยากรการประหยัดพลังงานจะดำเนินไปอย่างได้ผลจะต้องประกอบปด้วยหลักการที่สำคัญ ๆ 6 ข้อ ดังนี้

1. การกำหนดนโยบาย เป้าหมายและแผนงาน
2. การวิเคราะห์สถานะภาพในปัจจุบัน
3. การเตรียมแผนงานปรับปรุง
4. การนำแผนปรับปรุงไปปฏิบัติ
5. การประเมินผลลัพธ์ที่ได้
6. ความต่อเนื่องของโครงการ

การกำหนดเป้าหมายสามารถกระทำได้ 4 วิธีด้วยกัน คือ

ก. เป้าหมายทางนามธรรม เช่นโรงงานของเราต้องเป็นโรงงานตัวอย่างของการประหยัดพลังงาน

ข. เป้าหมายเฉพาะ เช่น การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้โดยมีระยะเวลาของการคืนทุนไม่เกิน 3 ปี

ค. เป้าหมายสมบูรณ์ เช่น ต้องลดพลังงานที่ใช้ ต่อหน่วยผลผลิตให้เหลือเพียง 60 GJ/Ton ให้สำเร็จ

ช. เป้าหมายสัมพันธ์ เช่น ต้องทำการประหยัดพลังงานในปี 2530 ให้ได้อีก 20%

เป้าหมาย ก. และ ข. จะมีลักษณะเป็นคำขวัญมากกว่าเป้าหมาย ค. และ ง. เป้าหมาย 2 แบบหลัง จะให้วัตถุประสงค์ของการประหยัดพลังงานที่จำเพาะเจาะจงมากกว่า สามารถดำเนินการและติดตามผลได้ง่ายกว่า หลังจากได้กำหนดเป้าหมายแล้วจะต้องมีการร่างแผนสำหรับงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป เช่นการกำหนดปริมาณงานให้แต่ละคนรับผิดชอบ เนื้อหาของงานที่จะต้องกระทำ กำหนดเวลาของงานช่วงของการปฏิบัติ ระยะเวลาและวิธีปฏิบัติ เป็นต้น

การวิเคราะห์สถานภาพในปัจจุบัน งานขั้นแรกของการทำงานด้านการประหยัดพลังงาน คือการวิเคราะห์สถานภาพการใช้พลังงานในปัจจุบันโดยต้องทำให้เห็นได้อย่างกระจ่างชัดเจนว่ากำลังใช้พลังงานอะไรอยู่บ้าง ใช้ด้วยปริมาณมากน้อยเท่าไร และใช้เพื่อจุดประสงค์อะไร และสิ่งที่สำคัญคือต้องชี้ให้เห็นว่าการใช้พลังงานในขณะนี้มีพลังงานอะไรสูญเสียอยู่บ้างสูญเสียอยู่ที่บริเวณหรือพื้นที่ส่วนไหนของโรงงาน และสูญเสียอยู่ด้วยปริมาณมากน้อยเท่าไรเพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องมีการทำการสำรวจ และตรวจวัดวิเคราะห์การใช้พลังงานทั่วทั้งโรงงาน ซึ่งสามารถดำเนินการได้ 3 ระดับคือ

- รวบรวมและวิเคราะห์บันทึกของโรงงาน ได้แก่ใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงต่าง ๆ ตลอดจนข้อมูลปริมาณการผลิตในอดีตที่ผ่านมา
- สำรวจและศึกษาการใช้พลังงานในปัจจุบันอย่างคร่าว ๆ เพื่อหาแหล่งที่มีการใช้ พลังงาน อย่างไม่เหมาะสมมีการสูญเสียมากเพื่อจำแนกพื้นที่หรือกระบวนการที่ต้องมีการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียดต่อไป
- สำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด เพื่อหาปริมาณ

พลังงานสูญเสียและค่าใช้จ่ายเพื่อดำเนินการลดพลังงานสูญเสียส่วนนี้

ในการดำเนินการสำรวจและวินิจฉัยการใช้พลังงานจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์วัดต่าง ๆ เข้าช่วย ต้องกำหนดผู้รับผิดชอบดำเนินการวัดและวิเคราะห์โดยตรง ข้อมูลดิบที่ได้จะต้องนำมาทำการวิเคราะห์และแสดงผลในรูปของกราฟ แผนภูมิหรือภาพที่สื่อความหมายที่ชัดเจนเข้าใจง่าย

การเตรียมแผนงานปรับปรุง หลังจากที่ได้วิเคราะห์สถานภาพการใช้พลังงานในปัจจุบันเรียบร้อยแล้วและพบว่ามี พลังงานสูญเสียจำนวนมาก สามารถประหยัดได้ ขั้นตอนต่อไปก็คือการจัดทำแผนงานปรับปรุง ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินงานอยู่ 3 ขั้นตอน คือ รวบรวมความคิด จัดทำแผน และวิเคราะห์แผน

ก. การรวบรวมแนวความคิด ถึงแม้ว่าวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการจะต้องทำหน้าที่ออกความคิด สร้างแผนงานปรับ-ปรุงด้วยตัวเองโดยตรงก็ตาม แต่การระดมความคิดจากผู้ปฏิบัติงานในส่วนต่าง ๆ ซึ่งทำงานเต็มเวลาในพื้นที่ทำงานนั้น ๆ และจากวิศวกรแขนงต่าง ๆ ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านพลังงานการผลิต การควบคุม การบำรุงรักษาและด้านความปลอดภัยจะช่วยให้ได้แผนที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

ข. การจัดทำแผนงานปรับปรุง จากแนวความคิดต่าง ๆ ที่ได้จากข้อ ก. จะถูกนำไปวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค เพื่อชี้ชัดถึงผลกระทบที่จะบังเกิดขึ้นกับกระบวนการอื่น ๆ กับคุณภาพของผลผลิต กับขีดจำกัดสูงสุดของการผลิต กับสภาพแวดล้อมของการทำงาน กับมลภาวะสิ่งแวดล้อมและด้านความปลอดภัยแล้วแบ่งแนวความคิดออกเป็น 3 ระดับคือ

- แนวความคิดที่สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างแน่นอน
- แนวความคิดที่อยู่ในขั้นทดลอง
- แนวความคิดที่ยังไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะนำไปปฏิบัติได้

แผนงานปรับปรุงการประหยัดพลังงานจะถูกสร้างขึ้นจากพื้นฐานของแนวความคิดประเภทแรก ตามด้วยการประเมินผลรวมของผลกระทบของแผนงาน สถานที่ของการติดตั้งของระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวพันกัน โอกาสของการนำแผนไปปฏิบัติตลอดจนข้อดีข้อเสียของแผนงาน

ค. การประเมินผลแผนงาน แผนงานประหยัดพลังงานที่ได้เสนอไว้จะต้องได้รับการประเมินผลประสิทธิภาพใน เทอมของเงินลงทุนระยะเวลาของการคืนทุน และควรจำแนกแผนตามลำดับความสำคัญด้วย

การนำแผนปรับปรุงไปปฏิบัติ ก่อนลงมือปฏิบัติงานจะต้องมีการตรวจสอบซ้ำอีกครั้งในเรื่องของเนื้อหาสาระระยะเวลาที่ใช้ วิธีการดำเนินงานและตัวประกอบอื่น ๆ ว่าถูกต้องเหมาะสมดีแล้วจากนั้นต้องดำเนินการชี้แจงให้บุคคลที่เกี่ยวข้องและบุคคลข้างเคียงทราบถึงรายละเอียดว่า เรากำลังทำอะไรอยู่ แผนที่ได้เสนอไว้จะต้องได้รับการนำไปปฏิบัติอย่างฉับพลันและแม่นยำต้องมีการวัดและประเมินผลลัพธ์ที่ได้แล้วนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ควรได้รับตามที่ได้กำหนดไว้ในแผนงาน และอาจมีการปรับแผนให้เหมาะสมขึ้นตามความเหมาะสมต่อไป กำหนดเป้าหมายจำเพาะขึ้นเพื่อกำหนดมาตรฐานการทำงานและใช้ในการติดตามความต่อเนื่องของโครงการต่อไป

การประเมินผลที่ได้ ในการทำโครงการประหยัดพลังงานหรือโครงการใด ๆ ก็ตามเมื่อได้นำแผนงานไปปฏิบัติแล้วจะต้องมีการประเมินผลลัพธ์ด้วย เพื่อบ่งบอกให้ทราบว่าโครงการที่ตั้งขึ้นมานั้นประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด ถ้าไม่สำเร็จเกิดจากสาเหตุใด ผลการประเมิน จะชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้คุ้มกับความพยายามและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ต้องเสียไปหรือไม่

ความต่อเนื่องของโครงการ โครงการประหยัดพลังงานมีลักษณะเป็นโครงการแบบต่อเนื่องเมื่อเริ่มดำเนินการแล้วจะหยุดไม่ได้ การประหยัดพลังงานจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่เป็นประจำทุกวัน ซึ่งสามารถแปรเปลี่ยนไปได้ เช่นการลดพลังงานสูญเสียของหม้อน้ำจะทำได้โดยการปรับอัตราส่วนของอากาศกับเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสม การหุ้มฉนวนกันความร้อนสูญหาย ระบบต่าง ๆ เหล่านี้จะใช้การได้ดีในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น เมื่อเวลาผ่านไประบบต่าง ๆ เหล่านี้จะทำงานเปลี่ยนไป เช่นอัตราส่วนของอากาศกับเชื้อเพลิงไม่เหมาะสม ฉนวนความร้อนชำรุด ทำให้เกิดการสูญ-เสียความร้อนมากขึ้น เป็นต้น การประหยัดพลังงานจึงต้องมีการติดตามอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างเหมาะสม ระบบที่ใช้ติดตามความต่อเนื่องอย่างดีก็คือ ระบบจดบันทึกและรายงานผล ระบบจดบันทึกและรายงานที่ดีจะบอกให้วิศวกรโรงงานและผู้บริหารทราบว่ามีการใช้พลังงานชนิดต่าง ๆ ไปในส่วนไหนของโรงงานบ้างใช้ไปด้วยปริมาณมากน้อยเพียงใด ใช้ไปในลักษณะใด มีแนวโน้มว่าจะเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปัจจุบันอย่างไร เช่นมีแนวโน้มมากขึ้นในขณะที่ผลผลิตยังเท่าเดิม ทำให้สามารถระบุได้ว่าควรให้ความสนใจพลังงานชนิดใด ที่พื้นที่ส่วนไหนเป็นพิเศษได้

2.1.2.1 ขั้นตอนในการดำเนินโปรแกรมที่เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน

มีขั้นตอนสำคัญอยู่ 5 ประการในการดำเนินโปรแกรมทางด้านประหยัดพลังงานดังต่อไปนี้

1. การตกลงใจที่จะดำเนินการจากฝ่ายบริหาร
2. การแต่งตั้งผู้รับผิดชอบ
3. ควรตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน
4. โปรแกรมประหยัดพลังงานจะต้องได้รับการปฏิบัติ
5. จะต้องมีการประเมินความคืบหน้า และรายงาน

การตกลงใจที่จะดำเนินการจากฝ่ายบริหาร การตกลงใจที่จะดำเนินโปรแกรมประหยัดพลังงานจากระดับผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจ จะเป็นปัจจัยสำคัญเบื้องแรกสำหรับการจัดทำโปรแกรมประหยัดพลังงานทั้งนี้ควรจะต้องมีการประกาศอย่างชัดเจนแก่พนักงานทั้งหมดให้ทราบว่าผู้บริหารนั้นเอาจริงกับการประหยัดพลังงาน ซึ่งสามารถจะดำเนินการได้โดยการออกนโยบายในระยะเริ่มต้น เช่น “ฝ่ายบริหารของบริษัทนี้ได้ออกคำสั่งให้พยายามประหยัดพลังงานทุกวิถีทางในสำนักงาน (โรงงาน) แห่งนี้ เพื่อที่จะลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และผลการประหยัดที่ได้ทุกคนจะได้รับส่วนแบ่ง” คำกล่าวนี้จะต้องตามด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ที่แสดงถึงความจริงใจและการเอาจริงเอาจังจากฝ่ายบริหารซึ่งการดำเนินงานที่จัดว่าสำคัญที่สุดในส่วนนี้ก็คือการแต่งตั้งบุคคลที่มีความสามารถให้รับผิดชอบในโปรแกรมประหยัดพลังงานดังกล่าว

การแต่งตั้งผู้รับผิดชอบ บุคคลที่ได้รับการแต่งตั้งจะต้องสามารถปฏิบัติหน้าที่ได้สำเร็จ และจะต้องได้รับความร่วมมือสนับสนุนจากผู้จัดการและหัวหน้าฝ่ายต่าง ๆ รวมทั้งพนักงาน ลูกจ้างด้วย เขาจะต้องเตรียมตัวเขาเองสำหรับหน้าที่ความรับผิดชอบในตำแหน่งของผู้จัดการหรือเจ้าหน้าที่พลังงาน ทั้งนี้โดยการสมัครเข้าร่วมหลักสูตรสัมมนาฝึกอบรมทางด้านการประหยัดพลังงาน ในองค์กรขนาดใหญ่ บุคคลที่เป็นผู้จัดการ หรือเจ้าหน้าที่พลังงานผู้นี้จะถูกแต่งตั้งจากภายในหน่วยงานเองหรือจากภายนอก ในองค์กรขนาดเล็กลง หน้าที่ทางด้านการประหยัดพลังงาน อาจเป็นหน้าที่เพิ่มเติมที่มอบหมายแก่เจ้าหน้าที่ หรือหัวหน้างานที่มีอยู่แล้วในบริษัทนั้น ในหน่วยงานอื่น ๆ นอกจากนี้ ผู้ที่เป็นเจ้าของอาจรับผิดชอบทำหน้าที่นี้

ควรตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน ในการดำเนินการประหยัดพลังงานข้อมูลประการ-แรกที่ผู้จัดการหรือเจ้าหน้าที่พลังงานจะต้องมีคือปริมาณและค่าใช้จ่ายของพลังงานที่ใช้ในหน่วยงานของเขา จากข้อมูลส่วนนี้เขาสามารถใช้วางแผนการดำเนินงานในขั้นต่อไป โดยเริ่มที่จุดที่มีการใช้พลังงานมาก ในการตรวจสอบการใช้พลังงานส่วนนี้ เขาจะต้องแสวงหาจุดที่สามารถประหยัดได้ แต่ละจุดจะต้องศึกษาศักยภาพการประหยัดที่ได้และระยะที่จะได้เงินลงทุนคืนมาจากการประหยัดดังกล่าว ระยะเวลาช่วงนี้เรียกว่า “ระยะคืนทุน” ข้อมูลต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้เป็นสิ่งจำเป็นต่อฝ่ายบริหาร เพื่อตัดสินใจให้ความเห็นชอบในมาตรการต่าง ๆ ที่เสนอและจะได้บันทึกไว้ในโปรแกรมประหยัดพลังงานต่อไป

โปรแกรมการประหยัดพลังงานจะต้องได้รับการปฏิบัติ โปรแกรมประหยัดพลังงาน จะแสดงรายละเอียดการดำเนินงานในมาตรการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ปริมาณการประหยัดตามเป้าหมายและจะต้องสร้างกลไกการตรวจวัดความสำเร็จ ทั้งนี้โดยการบันทึกผลการทำงานของระบบที่ได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลการทำงานและบันทึกข้อมูลการประหยัดพลังงานที่ได้

จะต้องมีการประเมินความคืบหน้าและรายงาน จะต้องมีการวิเคราะห์บันทึกความคืบหน้าของโปรแกรมประหยัดพลังงาน และรายงานต่อผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนในโครงการอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งผู้บริหารด้วย ข้อมูลประการนี้จะเป็นแรงผลักดันให้โปรแกรมประหยัดพลังงานดำเนินต่อไป และกระตุ้นให้ช่วยกันพยายามต่อไป เพื่อให้ได้การประหยัดเพิ่มมากขึ้น

2.1.2.2 ขั้นตอนของการประหยัดพลังงาน

ประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่าการประหยัดพลังงานควรมีการดำเนินงานเป็น 3 ขั้นตอน โดยเริ่มจากเทคโนโลยีที่ง่ายที่สุด และใช้เงินลงทุนน้อยที่สุดไปจนถึงงานที่ต้องการเทคโนโลยีสูงและต้องใช้เงินลงทุนมาก ดังวิธีการดำเนินงานต่อไปนี้

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

การบำรุงรักษาหรือดูแลเบื้องต้น การประหยัดพลังงานโดยวิธีนี้โดยแท้จริงแล้วเป็นการปรับแต่งเครื่องและการทำงานต่าง ๆ เช่น การกำหนดให้มีกรรรมวิธีดูแลบำรุงรักษาที่ถูกต้องและขั้นตอนการทำงานอย่างเหมาะสม วิธีต่าง ๆ เหล่านี้โดยมากแล้วจะไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือเป็นมาตรการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยแต่มีระยะเวลาในการคืนทุนสั้น ๆ คือน้อยกว่า 4 เดือน

การปรับปรุงประสิทธิภาพขบวนการผลิต มาตรการข้อนี้เป็นการปรับปรุงอุปกรณ์หรือขบวนการเดิม เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือทำให้การสูญเสียต่าง ๆ ลดน้อยลง วิธีการปรับปรุงขบวนการทำงานตามปกติจะมีความยุ่งยากมากขึ้นและจะต้องอาศัยการตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยทั่วไปกรรมวิธีนี้จะต้องการเงินลงทุนปานกลาง โดยมีระยะเวลาในการคืนทุน 1-2 ปี

การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ เมื่อการตรวจวิเคราะห์ในขั้นต้นชี้ให้เห็นว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มาก โดยการเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์ทั้งนี้จะต้องประเมินค่าผลตอบแทนทางการเงินที่ได้จากการ ดำเนินงานตามมาตรการดังกล่าว และถ้าผลการวิเคราะห์ที่ได้มีความสอดคล้องและเข้ากับเกณฑ์การลงทุนของฝ่ายบริหารแล้วมาตรการดังกล่าวก็จะได้มีการเสนอเพื่อขอความเห็นชอบ โดยปกติมาตรการต่าง ๆ ในข้อนี้จะต้องมีการลงทุนสูงโดยมีระยะเวลาในการคืนทุน 2-5 ปี

2.1.3 สมรรถภาพพลังงานของโรงงาน

สมรรถภาพพลังงานของโรงงาน (Plant Energy Performance, PEP) คือการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในปัจจุบันกับอดีตว่าใช้มากหรือน้อยกว่ากันเพียงใดและเป็นการวัดผลการดำเนินงานของแผนการจัดการด้านพลังงานที่กำหนดขึ้นว่าได้ผลเพียงใด จุดที่ควรสนใจคือการเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงาน โดยพิจารณาจากผลผลิตในแต่ละปี การเปรียบเทียบสมรรถภาพพลังงานของโรงงานต้องเปรียบเทียบระหว่างปีที่นำมาเป็นฐานในการพิจารณากับปีปัจจุบัน โดยที่ปีฐานเป็นจุดอ้างอิงและปีปัจจุบันเป็นปีที่มีการวัดค่าต่าง ๆ เพื่อให้เห็นว่าได้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้นหรือยังอย่างไรก็ตามโดยปกติแล้วผลผลิตระหว่างปีปัจจุบันกับปีที่เป็นฐานจะแตกต่างกันและจำนวนผลผลิตก็มีผลต่อการใช้พลังงานเพื่อให้การเปรียบเทียบผลผลิตมีความหมายที่ชัดเจน เราต้องตอบปัญหาต่อไปนี้ว่าในปีนี้การใช้พลังงานมากเพียงใดที่จะผลิตให้ได้ผลผลิตเท่ากับผลผลิตในปีนี้ถ้าโรงงานมีการทำงานแบบเดียวกับการผลิตในปีฐาน จากนั้นเราควรจะหาว่าโรงงานมีการปรับปรุงหรือทรุดโทรมไปจากปีอ้างอิง (ฐาน) เพียงใด และพิจารณาแต่ละปัญหาแยกกันโดยจะต้องทำการหาสิ่งที่จะใช้อ้างอิงถึงดังต่อไปนี้

ก. ตัวประกอบการผลิต

ข. การเปรียบเทียบการใช้พลังงานกับปีฐาน

ตัวประกอบการผลิต ถ้าโรงงานมีการทำงานเช่นเดียวกับปีฐานและมีการผลิตเท่ากับอัตราการผลิตในปัจจุบัน จะต้องใช้พลังงานมากน้อยเพียงใด ในการนี้ตัวประกอบการผลิตจะเป็นตัวช่วยในการคำนวณ ซึ่งตัวประกอบการผลิตคือผลผลิตในปีปัจจุบันหารด้วยผลผลิตในปีที่เป็นฐานดังนั้นตัวประกอบการผลิตจะเป็นดังนี้

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

การเปรียบเทียบการใช้พลังงานกับปีฐาน จะเป็นการบ่งบอกถึงพลังงานที่ใช้ในปีที่เป็นฐานถ้ามีผลผลิตเท่ากับปีปัจจุบัน พลังงานนี้เรียกว่า “Base Year Equivalent Energy Use” หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “Base Year Equivalent” ซึ่งหาได้ดังต่อไปนี้

$$\text{การใช้พลังงานเทียบปีที่ฐาน} = \text{การใช้พลังงานที่ปีฐาน} \times \text{ตัวประกอบการผลิต}$$

2.1.3.1 สมรรถภาพพลังงาน

การใช้พลังงานของโรงงานถูกปรับปรุงดีขึ้นหรือเลวลงอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับปีที่เป็นปีฐาน การปรับปรุงนี้อาจเรียกว่าสมรรถภาพพลังงาน ซึ่งเป็นตัววัดความก้าวหน้าของการจัดการด้านพลังงานในโรงงาน สมรรถภาพพลังงานนี้ก็คือค่าการใช้พลังงานในปีปัจจุบันที่ลดลงหรือเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานในปีที่เป็นฐาน ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

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

จากสมรรถภาพพลังงานจะสามารถทำให้ทราบได้ถึงการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับอดีตในแต่ละส่วนหรือแต่ละช่วงเวลาที่ทำการใช้พลังงานไปกระบวนการผลิตซึ่งจะต้องทำการวัดสมรรถภาพพลังงานโดยรวมโดยมีรายละเอียดที่ต้องคำนึงถึงดังนี้

1) สมรรถภาพพลังงานของบริษัท
2) สมรรถภาพรายเดือน

สมรรถภาพพลังงานของบริษัท บริษัทหนึ่งอาจประกอบไปด้วยหลายโรงงานหรือหน่วยการผลิต สมรรถภาพพลังงานของบริษัทเกิดจากผลร่วมของสมรรถภาพของโรงงานหรือหน่วยการผลิตต่าง ๆ สมรรถภาพพลังงานของบริษัทนี้จะเป็นตัววัดผลการทำงานของทุก ๆ ขั้นตอนการผลิต และเป็นตัวเลขที่ให้ผู้บริหารได้ทราบอย่างคร่าว ๆ ถึงผลของการจัดการด้านพลังงานในแต่ละโรงงานในแต่ละหน่วยการผลิตอาจจะมีหน่วยในการวัดผลผลิตด้วยวิธีหาสมรรถ-ภาพพลังงานแตกต่างกัน จึงมีผลทำให้เกิดความคล่องตัวในระดับโรงงานที่จะเลือกหน่วยผลิตที่ดีที่สุดเฉพาะแต่ละโรงงาน สมรรถภาพพลังงานของ โรงงานได้อธิบายไว้ว่าเป็นการเปรียบเทียบการใช้พลังงานเทียบที่ปีที่เป็นฐานกับการใช้พลังงานในปัจจุบัน ในการหาค่าสมรรถภาพพลังงานของบริษัทได้จากผลรวมของการใช้พลังงานเทียบที่ปีที่เป็นฐานของแต่ละโรงงานก็จะได้การใช้พลังงานของบริษัทที่เทียบกับปีที่เป็นฐานต่อมา หาผลรวมของการใช้พลังงานในปีปัจจุบันในแต่ละโรงงานก็จะได้การใช้ พลังงานของบริษัทในปีปัจจุบัน จากนั้นสมรรถภาพพลังงานของบริษัท (Company Energy Performance, CEP) หาได้จากสูตรดังนี้

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

โดยที่กำหนดให้ A = สมรรถภาพพลังงานของบริษัท
B = การใช้พลังงานของบริษัทเทียบที่ปีฐาน
C = การใช้พลังงานของบริษัทเทียบที่ปีปัจจุบัน

PEP และ/หรือ CEP เป็นจุดเริ่มต้นในการหาสมรรถภาพพลังงานและการควบคุมการใช้พลังงานในโรงงานการหาค่าสมรรถภาพพลังงานของโรงงาน (PEP) จำเป็นต้องคำนวณในขั้นรายละเอียดของการใช้พลังงานทุก ๆ ชิ้นของเครื่องจักร หรือของทุกขบวนการ PEP เป็นค่าใช้วัดการประหยัดพลังงานโดยวัดค่าการใช้พลังงานเปรียบเทียบกับผลผลิตการเปรียบเทียบรายปีจะเป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลได้

สมรรถภาพรายเดือน เมื่อโรงงานหนึ่ง ๆ ได้เริ่มการวัดสมรรถภาพพลังงานทุก ๆ ปี แล้ว การบริหารจะมีความต้องการข้อมูลสมรรถภาพพลังงานบ่อยครั้งยิ่งขึ้น เพื่อที่จะตรวจสอบและ ควบคุมการใช้ พลังงานให้ทันต่อสถานการณ์ โดยปกติจะต้องทำรายงานและการวัดสมรรถภาพของโรงงานประจำทุกเดือนเพื่อใช้ประโยชน์ได้ง่ายกว่าการรายงานเป็นรายปี การใช้เดือนที่เป็นฐานควรจะใช้เดือนเดียวกันของปีที่แล้วหรือปีก่อนนั้น เพื่อจะลดความเปลี่ยนแปลงจากฤดูกาล สมมติให้ปีที่เป็นฐานเป็นปี 1991 ตัวอย่างการหาสมรรถภาพใน เดือนเมษายน 1991 อาจจะเปรียบเทียบกับสมรรถภาพในเดือนเมษายน 1992 เป็นต้น การทำรายงานประจำเดือนควรใช้แบบฟอร์มข้อมูลแบบเดียวกันไปตลอด เมื่อโรงงานได้มีการวัดสมรรถภาพพลังงานบ่อย ๆ เข้าก็จะพบว่ามีการวัด สมรรถภาพ พลังงานได้ละเอียดแน่นอนยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถควบคุมการใช้พลังงานของโรงงานได้ดี ยิ่งขึ้น

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพอสรุปได้ดังนี้

กันต์ธร เก่งพล (2541) จากวิทยานิพนธ์ เรื่อง การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงแรม กรณีศึกษา โรงแรมขนาดกลางและเล็ก ได้ทำการสรุปว่า การประหยัดพลังงานเป็นวิธีหนึ่งที่จะลดปัญหาการจัดการหาแหล่งพลังงานได้วิธีหนึ่งการประหยัดพลังงานนี้ควรทำในทุกส่วนของการใช้พลังงาน ซึ่งมีอยู่ 4 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้ คือ

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

และได้ทำการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงแรมขนาดกลางและขนาดเล็ก เมื่อทำการศึกษาพบว่าการควบคุมเพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพนั้น มีปัจจัยอยู่ 2 ประการคือ

1. ลักษณะการใช้งานของผู้ใช้
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ใช้งานร่วม

การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้ใช้งานมักจะละเลยเรื่องของการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า จึงควรมีการตรวจวัดและทำการบำรุงรักษา เช่น

- เปิดใช้ Cooling Tower ให้มีปริมาณการระบายความร้อนใกล้เคียงกับปริมาณ การทำความเย็นของ Chiller

- การทำความสะอาด Cooling Tower
- การทำความสะอาดส่วนถ่ายเทความร้อนในระบบปรับอากาศแบบ Split Type
- การปรับ หม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าลดลง ทำให้ Iron Loss ลดลง

ในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ใช้งานร่วมมักจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพต่ำและมีการสูญเสียสูง สามารถแก้ไขได้ดังนี้

- ใช้หลอด Compact Fluorescent แทนหลอด Incandescent
- ใช้หลอด Fluorescent แบบประหยัดพลังงานแทนแบบไม่ประหยัดพลังงาน
- ใช้ บัลลาสต์ Low Loss แทน บัลลาสต์ แบบธรรมดา

วีระพงษ์ ประสาทศิลปิน (2541) จากวิทยานิพนธ์เรื่อง การประหยัดพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า กรณีศึกษา โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมพระนครใต้ ชุดที่ 1
ได้ทำการสรุปว่า การใช้ พลังงาน ในการผลิตกระแสไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้พลังงานเชื้อเพลิงต่อหน่วยผลิตไฟฟ้าให้น้อยลง โดยพิจารณาปัจจัยที่มีผลกระทบกับสมรรถนะเป็นส่วนสำคัญ

ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของ กังหันก๊าซ คือ

1. ระดับความสูงที่ติดตั้งเครื่องจักร (Altitude)
2. ความดันไอเสีย (Exhaust Pressure)
3. การเสื่อมสภาพของกังหันก๊าซ (Gas Tubine Degradation)
4. ความดันอากาศขาเข้า (Inlet Pressure)
5. อุณหภูมิที่ทางเข้าคอมเพรสเซอร์ (Air Inlet Temperature)
6. ความสะอาดของคอมเพรสเซอร์ (Cleanliness of Compressure)

การรักษาสมรรถนะของกังหันก๊าซโดยลงทุนน้อยที่สุดนั้นสามารถกำหนดได้โดย การรักษาความสะอาดของ คอมเพรสเซอร์ และทำ PM (Preventive Maintenance)
โดยตรวจสอบสภาพเครื่องจักร กังหันก๊าซ ตามระยะเวลา ประจำวัน ประจำสัปดาห์และประจำเดือน เพื่อทำการแก้ไขก่อนเกิดความเสียหายขึ้น

มนัส วัฒนธรรม (2524) จากเรื่อง “การประหยัดพลังงานในโรงงานทอผ้า” ได้กล่าวถึง “พลังงานเป็นทรัพยากรของโลกที่มีอยู่อย่างจำกัด”ใช้พลังงานจำเป็นต้องมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในทางประหยัดและให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุดและในแนวความคิดที่จะใช้ทรัพยากรทางพลังงานอย่างมี ประสิทธิภาพมากที่สุดนั้นคือ แนวคิด “Energy LAG”
LAG เป็นคำที่รวมมาจาก

L = Loss หมายถึง การสูญเปล่าของพลังงานในการที่ปล่อยความร้อนทิ้งหรือการรั่วไหล

A = Allowance หมายถึง ความฟุ่มเฟือยในการใช้พลังงานไปในการผลิตเพื่อปริมาณ คุณภาพ และ เวลา อันมีสาเหตุมาจากเงื่อนไขในการปฏิบัติงาน

G = GAP หมายถึง ช่องว่างในการออกแบบและเงื่อนไขการใช้งาน โดยต้องคำนึงถึงปริมาณ ของ Load และประสิทธิภาพ

ดังนั้น LAG จึงเป็นการรวมของข้อสูญเสียในการใช้พลังงานไปอย่างไร้ประสิทธิภาพ

มิ่งศักดิ์ ตั้งตระกูล (2535) จากเอกสารอบรมเรื่อง “ การประหยัดพลังงานความร้อน” ได้สรุปว่า การตรวจสอบพลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโรงงานที่ต้องการให้มี การจัดการพลังงานที่ดี การตรวจสอบพลังงานเกี่ยวข้องกับการวัดการใช้พลังงานจริง และเปรียบเทียบกับค่าประเมินของพลังงานต่ำสุดที่ต้องใช้ การตรวจสอบพลังงานเป็นการชี้ให้เห็นการไหลของพลังงานเป็นหน้าที่ของการจัดการพลังงานที่จะต้องตั้งมาตรฐานการใช้พลังงานเพื่อให้เปรียบเทียบสมรรถนะพลังงานและลดปัญหาการรณรงค์การประหยัดพลังงานในกรณีที่การวัดและการวิเคราะห์ไม่เป็นระบบ และการตรวจสอบพลังงานเป็นงานต่อเนื่อง

การดำเนินงานประหยัดพลังงาน จะต้องมีขั้นตอนการวางแผนดำเนินงานดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกและจัดหาเครื่องวัดที่จำเป็น

ขั้นที่ 2 บันทึกการวัดทุกวันหรือทุกสัปดาห์

ขั้นที่ 3 หาความสัมพันธ์ของพลังงานที่ใช้ต่อผลผลิต

ขั้นที่ 4 คิด ตรวจสอบพลังงานใช้ไปอย่างไร และตั้งคำถามว่า เราจะทำการประหยัดพลังงานได้อย่างไร

ขั้นที่ 5 จัดทำมาตรการประหยัดพลังงานที่ได้รับการแนะนำจากผู้สำรวจ

ขั้นที่ 6 ตั้งเป้าหมายการใช้พลังงาน เป็นรายเดือน หรือ รายปี

ขั้นที่ 7 บันทึกการใช้พลังงานประจำวันหรือสัปดาห์อย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 8 เปรียบเทียบผลกับเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้

ขั้นที่ 9 ลงมือปรับปรุง ถ้าหากยังมีการใช้มากผิดปกติ ให้หาว่าทำไม แล้วนำมาแก้ไขการดำเนินงาน

สิงหา เจียมศิริ (2524) จากบทความเรื่อง " บทบาทของวิศวอุตสาหการในการจัดการพลังงาน" ได้สรุปว่า ในการจัดการพลังงาน ควรมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่แน่ชัด มีโปรมแกรมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิผลและประสิทธิภาพเพื่อให้ได้ผลตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ที่วางไว้ แต่การที่โปรแกรมการจัดการพลังงานจะประสบผลสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับการสนับสนุนจากฝ่ายบริหารระดับสูงและ ความร่วมมือจากบุคคลากรทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เป้าหมายของการจัดการพลังงานอาจจะแบ่งได้ในลักษณะดังต่อไปนี้

- เพื่อทำกำไรสูงสุด จากการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิผล
- เพื่อปรับปรุงสถานภาพภายใต้สภาวะแข่งขันจากการใช้พลังงานอย่างประสิทธิผล
- เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะของบริษัทจากการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิผล

เป้าหมายเหล่านี้ย่อมหมายถึงการประหยัดพลังงานอย่างแน่นอน นอกจากนั้น ยังหมายถึงการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ในการเลือกใช้ชนิดของเชื้อเพลิงที่เหมาะสม การใช้เชื้อเพลิงในกรณีฉุกเฉิน การเก็บรักษาและความปลอดภัยของเชื้อเพลิง การวางแผนเกี่ยวกับพลังงานในกรณีฉุกเฉินและอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับพลังงานและในการที่จะบรรลุเป้าหมายดังกล่าวนั้นต้องมีวัตถุประสงค์ย่อยลงไปอีก ดังตัวอย่าง เช่น

- การกำหนดเป้าหมายในการประหยัดพลังงาน
- การลดความรุนแรงของผลกระทบในกรณีขาดแคลนพลังงาน
- การบันทึกข้อมูลและการทำรายงานอย่างสม่ำเสมอ (คล้ายกับทางบัญชี ซึ่งมีเงินเป็นทรัพยากรที่จำกัด)
- การวิจัยและพัฒนาวิธีการที่จะประหยัดพลังงานหรือไม่ก็เพิ่มผลตอบแทนจากการลงทุนเกี่ยวกับพลังงาน
- การมีระบบการสื่อสารที่ดีเกี่ยวกับเรื่องพลังงาน
- การส่งเสริมความสนใจและสำนึกเกี่ยวกับพลังงานให้แก่พนักงานของบริษัท เป็นต้น

การที่บริษัทจะดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการพลังงาน ควรที่จะเริ่มโดยการพิจารณาอย่างรอบคอบเกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์เหล่านี้ และที่สำคัญควรที่จะกำหนดเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ของโปแกรมการจัดการพลังงานเป็นลายลักษณ์อักษร และประกาศให้พนักงานของบริษัททราบโดยทั่วกัน

สุพงศ์ ชยุตสาหกิจ (2524) จากบทความเรื่อง “ประสบการณ์การประหยัดพลังงานในโรงงานของบริษัท เทยิน โพลิเอสเตอร์ ” ได้สรุปว่า หลักสำคัญในการทำโครงการประหยัดพลังงาน การประหยัดพลังงาน ไม่ใช่เป็นการห้ามใช้พลังงาน แต่เป็นการหาทางใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าที่สุด ให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุดการประหยัดพลังงาน หมายถึงการทำให้ต้นทุนการผลิตสินค้าส่วนของพลังงานลดลงการประหยัดพลังงาน จึงหมายถึง การหยุดยั้ง ลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นซ่อมและเปลี่ยนเครื่องจักรให้เหมาะสมป้องกันพลังงานรั่วไหล เก็บคืนพลังงานที่ทิ้งแล้วทดลองการใช้เชื้อเพลิงชนิดใหม่ พลังงานแหล่งใหม่ และการเพิ่มกำลังการผลิต

สงวน ตั้งโพธิธรรม (2529) จากวิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาการใช้และการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยทำการศึกษาในภาคความร้อนและภาคไฟฟ้า การศึกษาส่วนใหญ่ทำในส่วนของการเปลี่ยนแปลงของโหลด ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ประสิทธิภาพของการสันดาปและการใช้ไอน้ำ จากการศึกษาพบว่า สามารถประหยัดพลังงานในระบบต่างๆ ได้ประมาณ 10% ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ได้แสดงให้เห็นว่าแนวทางการประหยัดพลังงานเหล่านี้ มีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ที่สั้น

ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ (2531) จากการศึกษาเรื่อง “ การประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมปลาป่น ” ได้สรุปว่า การประหยัดพลังงานย่อมให้ผลในการเพิ่มกำไรของกิจการ ดังนั้นในทางการดูแลเบื้องต้นควรมุ่งไปที่ประเด็นสำคัญถึง ระบบไอน้ำ ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า การดำเนินโปรแกรมการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นสิ่งจำเป็น และจะต้องทำเป็นกิจกรรมต่อเนื่องจึงจะได้ผลดี กิจกรรมดังกล่าวต้องมีบุคคลเป็นแกนนำ ทำหน้าที่ประสานงาน ติดตาม วัดผลรายละเอียดและวิธีการดำเนินการจะขึ้นกับลักษณะของอุตสาหกรรมและลักษณะโครงสร้างของ องค์กร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้น

การศึกษาถึงสภาพปัญหาการจัดการพลังงาน ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์นั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ ที่ต้องการให้มีการจัดการด้านพลังงานที่ดี โดยมีการตรวจ-สอบสภาพการใช้พลังงานเป็นเครื่องชี้ให้เห็นการใช้ของพลังงานที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ การตรวจ-สอบพลังงาน ยังสามารถชี้ให้เห็นว่าในกระบวนการผลิตส่วนใดมีการใช้ พลังงานที่สูงมาก ซึ่งจะต้องเข้าไปทำการวิเคราะห์สถานภาพการใช้พลังงานให้ดีขึ้น

ดังนั้นการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการพลังงานที่เกิดขึ้นจึงมีจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

1. เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากปัญหาการจัดการพลังงานที่ไม่เหมาะสม
2. เพื่อที่จะชี้ให้เห็นถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น
3. เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานต่อไป

3.1 สถานะภาพการจัดการในด้านการบริหารการใช้พลังงานในอดีต

ในอดีตตั้งแต่บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง ได้เริ่มทำการผลิตและจำหน่ายปูนซีเมนต์จนกระทั่งถึงปี 2540 นั้นทางบริษัทฯ ไม่ได้มีแผนการจัดการพลังงานหรือมีองค์กร อย่างเป็นทางการในการควบคุมดูแลการจัดการด้านพลังงานแต่อย่างใด จะมีเพียงหน่วยงานทางแผนกไฟฟ้าซึ่งคอยดูแลค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นของตนเองเท่านั้น ในส่วนหน่วยงานอื่น ๆ ก็มีการควบคุมดูแลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ กันเองเป็นส่วนใหญ่และยังคงไม่มีการเปิดเผยข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นให้ทราบ ดังนั้นแนวโน้มค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจึงเป็นค่าใช้จ่าย ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และยังมีการสูญเสียพลังงานเกิดขึ้นอยู่มาก อีกทั้งยังคงไม่มีแบบแผนและแนวทางการเดิน เครื่องจักรที่เป็นรูปธรรมอย่างแท้จริง

ความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการไม่มีการจัดการพลังงานที่ดีพอสรุปได้ดังนี้

1. การขาดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต
2. มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่สูงในกระบวนการผลิต

3.1.1 การขาดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตจะเป็นสิ่งที่บอกถึงความสามารถในการใช้พลังงานกับค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปและผลผลิตที่เกิดขึ้นดังนั้นถ้ามีระบบที่เข้ามาควบคุมประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ดีแล้วก็จะส่งผลให้เกิดความคุ้มค่ากับการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

มาตรฐานการใช้พลังงาน

มาตรฐานการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ในกระบวนการผลิตแบบแห้งและมีระบบ Precalcinator จะมีมาตรฐานการใช้พลังงานดังนี้

1. อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ดจะเท่ากับ 730 Kcal/Kgclinker (Krupp Polysius , 1993)
2. อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์จะเท่ากับ 110-115 Kwh / Ton Cement (Naresh Kumar , 1998)

ใน ปี 2540 เมื่อทำการเดินเครื่องจนครบทั้ง 3 line การผลิตได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยแยกเป็นปริมาณการใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตปูนเม็ด ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ที่เกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

- อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณ ปูนเม็ดเท่ากับ 742 Kcal/ Kg clinker *
- อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 120 Kwh/Ton Cement *

จากข้อมูลอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด และอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ เมื่อเทียบกับมาตรฐานการใช้พลังงานแล้วจะทำให้ทราบว่ามีปริมาณการใช้ต่อหน่วยในปริมาณที่สูงกว่ามาตรฐาน ทั้งนี้มีสาเหตุเนื่องมาจากการขาดระบบการจัดการพลังงานที่ดีในการควบคุมปริมาณการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพและคุ้มกับค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไป

* รายละเอียดข้อมูลอยู่ในตารางที่ ก-15 ภาคผนวก ก., หน้า 182

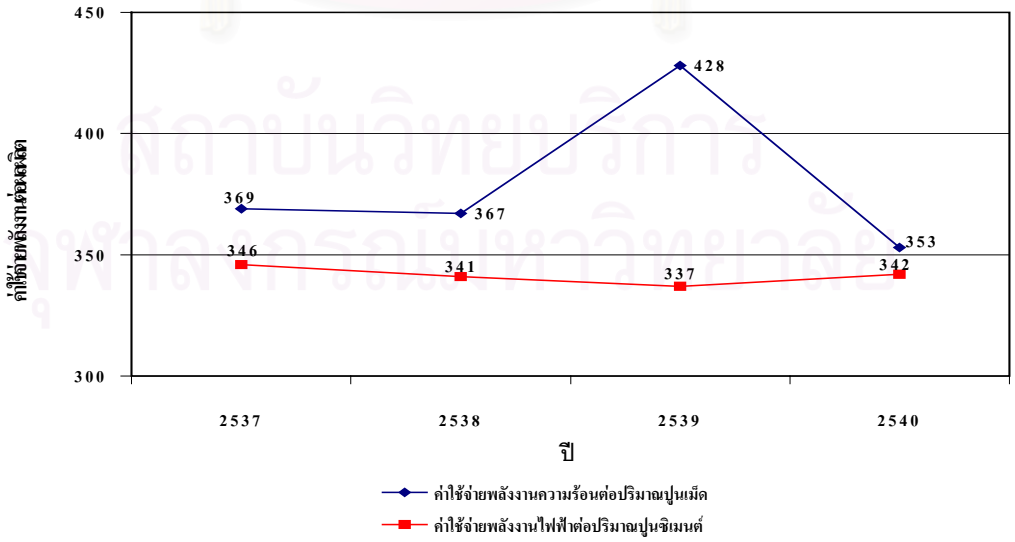
3.1.2 มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่สูงในกระบวนการผลิต

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี 2537 จนถึง ปี 2540 มีดังนี้

ตารางที่ 3.1 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในอดีต

ปี	ค่าใช้จ่ายพลังงาน (ล้านบาท)	ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ (ล้านตัน)	ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ (ล้านตัน)	อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อปริมาณปูนเม็ด Baht /Ton Clinker	อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อปริมาณปูนซีเมนต์ Baht /Ton Cement
2537	975	2.640	2.820	369	346
2538	1,545	4.200	4.530	367	341
2539	2,250	5.260	6.680	428	337
2540	2,391	6.775	6.989	353	342

จากการขาดกระบวนการในการจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบ จะทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมีแนวโน้มที่จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งสามารถแสดงแนวโน้มค่าใช้จ่ายได้ดังรูปกราฟ ที่ 3.1 ต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 กราฟอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในอดีต

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในการผลิตปูนซีเมนต์ในปี 2540 ซึ่งเป็นปีที่มีการเดินเครื่องจักรครบทั้ง 3 line การผลิต โดยมีผลผลิตปูนซีเมนต์จำนวน 6.98 ล้านตัน จะสามารถจำแนกค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

1. พลังงานไฟฟ้า 1,277 ล้านบาท คิดเป็น 53 % *
2. พลังงานความร้อนจากถ่านหินและน้ำมันเตา 971 ล้านบาท คิดเป็น 41 % *
3. พลังงานจากน้ำมันดีเซล 143 ล้านบาท คิดเป็น 6 % *

จากมาตรฐานการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์แบบแห้ง (Dry Process) เมื่อนำมากำหนดประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในปี 2540 จะทำให้ได้ประมาณการณ์อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานดังนี้

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าปี 2540 กับ อัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐาน

อัตราค่าไฟฟ้าปี2540 **	
อัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานประมาณการณ์	143.17 Baht/Ton Cement
อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยปี 2540	149.34 Baht/Ton Cement
อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยปี 2540 เปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานประมาณการณ์	สูงกว่า 4.31 (%)
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น	43,127,942 Baht

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนปี 2540 กับ อัตราค่าใช้จ่ายมาตรฐาน

อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนปี 2540	
อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนมาตรฐานประมาณการณ์	140.95 Baht/Ton Clinker
อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนเฉลี่ยปี 2540	143.34 Baht/Ton Clinker
อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนเฉลี่ยปี 2540 เปรียบเทียบกับอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนประมาณการณ์มาตรฐาน	สูงกว่า 1.70 (%)
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น	16,192,271 Baht

ถ้าคิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไปจากทั้งสองส่วนจะสามารถประมาณค่าเป็นจำนวนเงินได้เท่ากับ 59.3 ล้านบาท

*รายละเอียดข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ก., หน้า 168

**รายละเอียดข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ก., หน้า 183-184

จากความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่ออัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ดและอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ที่เกิดขึ้นในปี 2540 นั้นมีค่าสูงกว่าประมาณการณ์อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ดังนั้นการขาดระบบการจัดการด้านพลังงานที่ดีจะส่งผลกระทบถึงปัญหาต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นตามมาดังต่อไปนี้

(1) ปัญหาการขาดการวางแผนในการจัดการด้านพลังงาน

(2) ปัญหาการขาดองค์กรเข้ามาควบคุมดูแลปริมาณและความต้องการการใช้พลังงาน

(3) ปัญหาการขาดระบบการสื่อสารและประสานงานเกี่ยวกับพลังงาน

(4) ปัญหาการขาดการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน

(5) ปัญหาการขาดจิตสำนึกของพนักงานในการใช้พลังงาน

ซึ่งจากสภาพปัญหาต่าง ๆ ทั้ง 5 ข้อ ข้างต้นจะก่อให้เกิดความเสียหายดังต่อไปนี้

ปัญหาการขาดการวางแผนในการจัดการด้านพลังงาน จะส่งผลอย่างมากในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ทำให้ขาดกระบวนการในการกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมายการใช้พลังงานและนโยบายการจัดการในกระบวนการผลิตที่แน่นอนทำให้กระบวนการผลิตมีการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือยไม่มีประสิทธิภาพ จากการที่กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ประกอบด้วยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน และพลังงานจากน้ำมันดีเซล ที่สูงนั้น ในส่วนของค่าใช้-จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่สูง เกิดขึ้นจากการที่ไม่สามารถควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge) ให้สม่ำเสมอได้ เนื่องมาจากเมื่อไม่มีการวางแผนการใช้พลังงาน ทางฝ่ายผลิตจึงทำการเดินเครื่องจักรในการผลิตปูนซีเมนต์ให้เกิดผลผลิตมากที่สุดเท่าที่จะเก็บไว้ใน Silo ได้ โดยมิได้คำนึงถึงค่าใช้จ่ายด้านพลังงานแต่อย่างใด ทำให้การเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเป็นไปโดยไม่มีแบบแผนและแนวทางการเดินเครื่องจักรที่เป็นรูปธรรม และเนื่องจากการไฟฟ้าได้คิดค่าไฟฟ้าในส่วนที่ใช้เฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาที ของแต่ละเดือนด้วย โดยค่าไฟฟ้าส่วนนี้จะคิดจากค่าสูงสุดเพียงอย่างเดียวไม่เกี่ยวกับระยะเวลาใช้งานว่าจะมากน้อยยาวนานเพียงใด จะมีค่าสูงสุดเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งในรอบหนึ่งเดือนก็ตามก็จะคิดค่าไฟฟ้าส่วนนี้เท่ากัน ดังนั้นเพื่อการประหยัดค่าไฟฟ้าและคุ้มกับเงินที่จะต้องจ่ายส่วนนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับระดับความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดให้ลดลงมากสุดเท่าที่จะมากได้

ปัญหาการขาดองค์กรในการจัดการและควบคุมการใช้พลังงาน จะส่งผลให้เกิดปัญหาปริมาณการใช้พลังงานที่สูง เนื่องจากขาดการวางแผน การดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่อง การติดตามผล ประเมินผลและควบคุมดูแลการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้น การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเมื่อไม่มีผู้ใดที่มีอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบในการเข้ามาควบคุมการใช้พลังงานแล้ว การเดินเครื่องจักรที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตนั้น จะไม่มีแนวทางการเดินเครื่องจักรที่เป็นรูปธรรม เครื่องจักรในกระบวนการผลิตจะทำการผลิตผลผลิตให้ได้มากที่สุดตราบเท่าที่จะสามารถทำการเก็บใน Silo ได้ ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่สูงเกิดขึ้น

ปัญหาการขาดระบบการสื่อสารและประสานงานเกี่ยวกับพลังงาน จากการที่ในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทำให้ระบบการสื่อสารต่าง ๆ ขาดหายไป ซึ่งข้อมูลค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนี้จะทราบกันก็แต่เพียงผู้บริหารระดับสูงเท่านั้น ผู้ใช้พลังงานในส่วนต่าง ๆ จะไม่ทราบข้อมูลค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเลย โดยเฉพาะในเรื่องที่เกี่ยวกับพลังงาน อันจะส่งผลให้ผู้ใช้พลังงานมิได้คำนึงถึงและละเลยการใช้พลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไป ผู้ใช้พลังงานจะขาดจิตสำนึกและใช้พลังงานอย่าง ไม่มีประสิทธิภาพทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้นมีค่าที่สูง

ปัญหาการขาดการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน ทำให้ไม่สามารถทราบได้ถึงปริมาณของพลังงานที่ถูกใช้ไปในกระบวนการผลิตและที่สูญเสียไป การระบุถึงรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการและวิธีปฏิบัติในการใช้พลังงานอย่างถูกต้อง อีกทั้งยังไม่สามารถทราบถึงแหล่งที่มาและลักษณะการสูญเสียที่เกิดขึ้น

ปัญหาการขาดจิตสำนึกในการใช้พลังงานของพนักงาน เนื่องจากการขาดการฝึกอบรม การรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้พนักงานได้เรียนรู้และมีความเข้าใจถึงปัญหาทางด้านพลังงานซึ่งจะทำให้พนักงานบังเกิดจิตสำนึกในการใช้พลังงาน ถ้าหากว่ามีการอบรมและการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ที่ดีแล้ว พนักงานจะเข้ามามีส่วนร่วมและสามารถช่วยในการประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังจะคอยช่วยสอดส่องดูแลและช่วยขจัดความสูญเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย

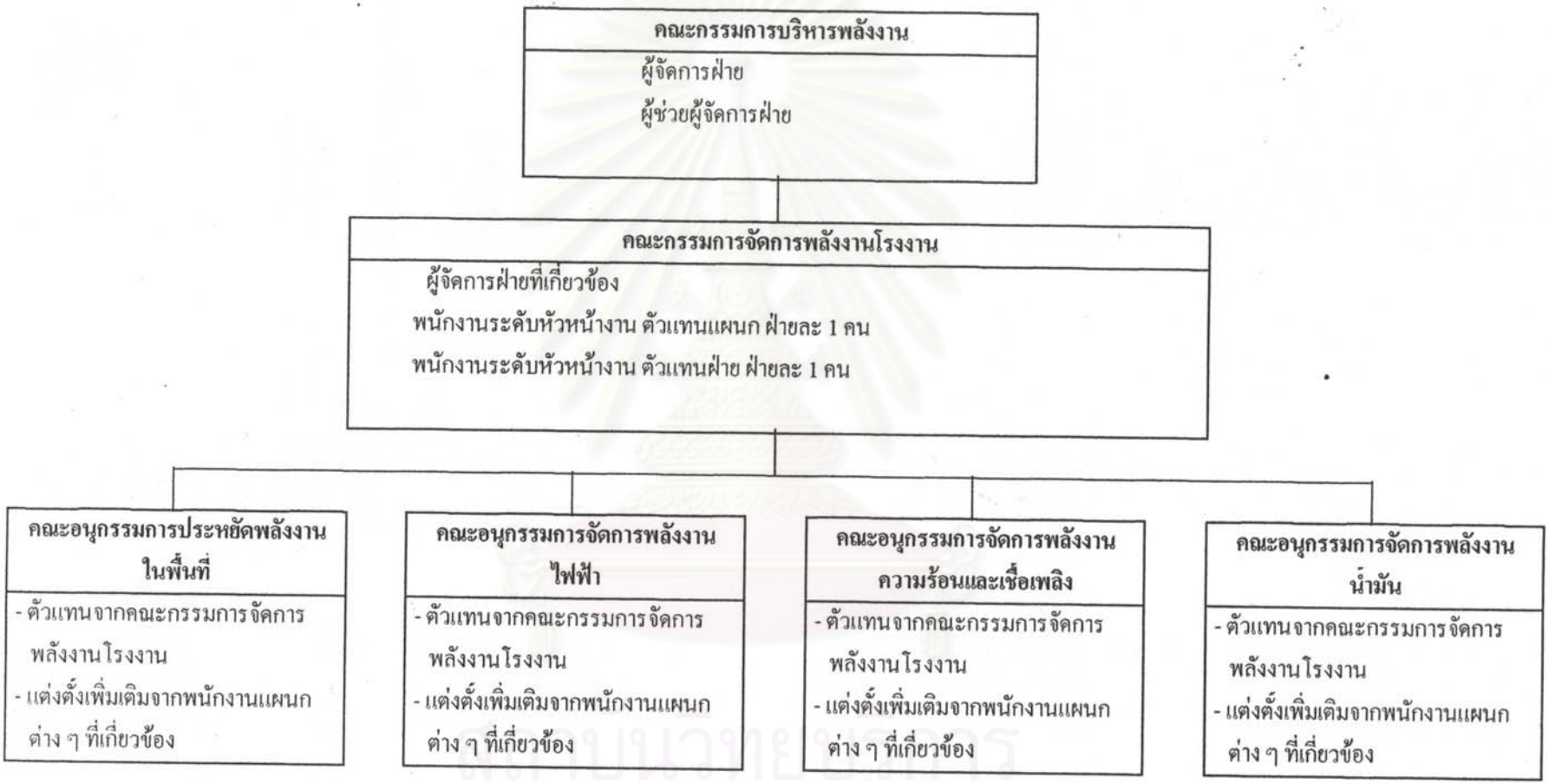
3.2 สถานะภาพการจัดการในด้านการบริหารการใช้พลังงานในช่วงแรก

ในช่วงระหว่าง ปี 2541 จนถึง เดือนมิถุนายน ปี 2542 ซึ่งเมื่อเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจเกิดขึ้น ทางบริษัทฯ จึงได้เริ่มตระหนักถึง ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่มีจำนวนสูงมาก ซึ่งในจำนวนนั้นมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานรวมอยู่ด้วย ดังนั้นทางบริษัทฯ จึงเริ่มมีการจัดองค์กรการควบคุมการใช้พลังงานขึ้นมาเพื่อดำเนินการประหยัดพลังงานและลดต้นทุนการผลิต ซึ่งในช่วงนี้เป็นช่วงเริ่มแรกของการดำเนินงานการจัดการด้านพลังงานเกิดขึ้นทางบริษัทได้เริ่มมีองค์กรการจัดการด้านพลังงานเกิดขึ้นโดยได้แบ่งองค์กรออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. คณะกรรมการบริหารพลังงาน
2. คณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงาน
3. คณะอนุกรรมการต่าง ๆ ดังนี้
   - คณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานในพื้นที่
   - คณะอนุกรรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า
   - คณะอนุกรรมการจัดการพลังงานความร้อน
   - คณะอนุกรรมการจัดการพลังงานน้ำมัน

โดยรูปแบบขององค์กรการจัดการพลังงานที่เกิดขึ้นในช่วงแรกจะแสดงดังรูปที่ 3.2ต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 องค์กรการจัดการด้านพลังงานในปัจจุบัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในช่วงแรกนี้ ทางบริษัทฯ ได้เริ่มเตรียมการสำรวจการใช้พลังงานเบื้องต้นโดยได้รับความช่วยเหลือจาก บริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด มาช่วยดำเนินการเป็นแนวทางให้ในช่วงแรก และเริ่มมีการจัดการองค์กรเข้ามาควบคุมดูแลการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นโดยรวมแต่การจัดองค์กรดังกล่าวจะมุ่งเน้นวัตถุประสงค์ไปในส่วนของ ลดการสูญเสียด้านอาคารสถานที่ และบำรุงรักษาและดูแลเบื้องต้น (Inhouse Saving) เป็นส่วนใหญ่ และมีการตรวจสอบและวิเคราห์การใช้พลังงานเบื้องต้น (Preliminary Audit) เพื่อที่จะได้จัดทำตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน ตามกฎหมาย โดยองค์กรการจัดการที่เกิดขึ้นไม่มีแผนการดำเนินงานที่จะเข้าไปดำเนินการในส่วนของกระบวนการผลิตโดยการจัดการจะเป็นเพียงการตรวจสอบและแก้ไขในเรื่องที่ง่ายและเห็นได้ชัดเจนเท่านั้น ซึ่งผลการดำเนินงานหลังจากที่ได้ทำการจัดการด้านพลังงานในช่วงแรกนั้นจะแสดงอยู่ใน ภาคผนวก ก., หน้า 162-172 ซึ่งจะแสดงปริมาณการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นในปี 2541และช่วง 6 เดือนแรกของปี 2542

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในปี 2541 และช่วง 6 เดือนแรกของปี 2542 นั้นหลังจากที่ได้ทำการดำเนินการจัดการในช่วงแรกผ่านไปแล้วนั้นพบว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยังคงไม่ลดลงไปมากนักทั้งนี้เนื่องจากส่วนหนึ่งมาจากในปี 2541 นั้น เกิดวิกฤต-การณ์ทางเศรษฐกิจทำให้ยอดการจำหน่ายปูนเม็ดและปูนซีเมนต์ ไม่สูงเท่ากับปีที่ผ่านมาในอดีตและมีการเดินเครื่องจักรในบางส่วนทิ้งไว้เพื่อทำ Cool Down ในการทำ Shut Down ประจำปีและในส่วนของการผลิตซึ่งปี 2541 นี้ การ Shut Down ในแต่ละส่วนของการผลิตจะมีเวลานานกว่าเดิมอยู่มากและแนวทางการจัดการด้านพลังงานยังคงไม่เข้าถึงในกระบวนการผลิตอย่างแท้จริงจึงได้ทำการเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเพื่อที่จะทราบได้ว่าผลการดำเนินงานของการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในช่วงแรกนั้นมีสมรรถภาพที่ดีขึ้นเพียงใดโดยทำการเปรียบเทียบกับปี 2540 ได้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 3.4 สมรรถภาพพลังงานปี 2541และช่วง 6 เดือนแรกปี 2542 เปรียบเทียบกับปี 2540

ปี	สมรรถภาพพลังงาน**** ความร้อนของกระบวนการผลิตปูนเม็ด (%)	สมรรถภาพพลังงาน**** ไฟฟ้าของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ (%)
2541	เพิ่มขึ้น 0.42	ลดลง 22.06
ช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542	เพิ่มขึ้น 0.93	ลดลง 5.30

****รายละเอียดข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ก., หน้า 189-192

จากผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพพลังงานทำให้ทราบว่าหลังจากที่ได้ทำการจัดตั้งองค์กรการจัดการด้านพลังงานแล้ว ผลงานที่เกิดขึ้นขององค์กรสามารถทำการปรับปรุงการใช้พลังงานความร้อนในส่วนของกระบวนการผลิตให้ดีขึ้นได้ แต่ในส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้ายังไม่สามารถทำการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตให้ดีขึ้นได้เลย ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าสมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ยังคงมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับปี 2540 ที่ผ่านมา ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่บ่งบอกได้ว่าการดำเนินงานด้านพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตเมื่อเทียบกับปี 2540 แล้วยังไม่ประสบผลสำเร็จ

ผลการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในช่วงแรกนั้นประสบความสำเร็จในส่วนของการประชาสัมพันธ์รณรงค์ ในด้านการประหยัดพลังงานในส่วนของอาคารสถานที่ และการบำรุงรักษาเบื้องต้น (Inhouse saving) เท่านั้น ยังไม่ได้ดำเนินการเข้าไปในส่วนของการจัดการในกระบวน การผลิต เนื่องจากองค์กรที่จะเข้าไปดำเนินการในกระบวนการผลิตนั้นเป็นเรื่องที่ยาก เพราะการดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตนั้นจะต้องทำการติดต่อประสานงานและต้องได้รับการอนุญาต ให้ความร่วมมือจากผู้บริหารที่ควบคุมการผลิตนั้น ๆ ก่อน และการที่จะทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตจะต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้บริหารระดับสูงด้วยจึงจะดำเนินการได้ ทำให้การจัดการที่เกิดขึ้นดังกล่าวประสบความสำเร็จในระดับหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นจึงควรต้องดำเนินการปรับปรุงองค์กรการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้น ให้สามารถเข้าไปดำเนินการจัดการพลังงานในส่วนของกระบวนการผลิต (Process Improvement) ที่เกิดขึ้น โดยค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ด้านการใช้พลังงานมากจากส่วนนี้ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลอัตราการใช้พลังงานความ-ร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด และอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ในปี 2541 และช่วง 6 เดือนแรกของปี 2542 เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตแล้วยังมีค่าสูงโดยมีข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนจะแสดงอยู่ตารางที่ 3.5 และ 3.6 ต่อไปนี้

จากข้อมูลอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด และอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์นั้นยังคงมีค่าสูงกว่ามาตรฐานซึ่งสามารถแสดงในรูปกราฟที่ 3.3 และ 3.4 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3.5 สรุปผลผลิต ปริมาณการใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้า ปี 2541-2542 (ก่อนทำการปรับปรุง)

เดือน 2541-2542	ผลผลิตปูนซีเมนต์ Ton Cement	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า Kwh	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า Baht	ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด Baht	ค่าไฟฟ้า 22 KV Baht	รวมค่าไฟฟ้า (ไม่รวมค่า FT และ VAT) Baht	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า Baht / Kwh	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ Baht / Ton Cement	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ Kwh / Ton Cement
ม.ค. 41	364,716	54,801,698	54,956,316	12,208,528	3,476,394	70,641,239	1.289	193.69	150.2586
ก.พ. 41	343,735	53,653,110	52,825,976	11,961,808	1,793,477	66,581,262	1.241	193.70	156
มี.ค. 41	402,507	60,977,776	61,615,715	12,327,776	525,507	74,468,998	1.221	185.01	151
เม.ย. 41	381,078	60,522,524	58,714,509	13,058,684	3,216,236	74,989,429	1.239	196.78	159
พ.ค. 41	319,066	45,555,572	42,408,469	10,966,704	3,460,092	56,835,264	1.248	178.13	143
มิ.ย. 41	371,963	55,751,528	56,061,328	11,916,576	496,716	68,474,619	1.228	184.09	150
ก.ค. 41	350,040	47,135,500	47,018,788	9,474,048	509,471	57,002,307	1.209	162.85	135
ส.ค. 41	300,226	39,260,392	37,825,221	9,314,708	430,366	47,570,294	1.212	158.45	131
ก.ย. 41	356,518	50,665,544	49,454,047	12,060,496	515,738	62,030,281	1.224	173.99	142
ต.ค. 41	353,189	50,349,616	49,221,440	12,194,136	584,376	61,999,952	1.231	175.54	143
พ.ย. 41	290,812	44,752,255	42,581,350	8,446,048	548,572	51,575,970	1.152	177.35	154
ธ.ค. 41	315,906	44,010,340	42,783,228	12,039,936	462,839	55,286,004	1.256	175.01	139
ม.ค. 42	437,490	52,885,936	52,446,373	11,953,584	539,725	64,939,683	1.228	148.44	121
ก.พ. 42	470,044	57,149,176	57,260,374	11,562,944	495,011	69,318,329	1.213	147.47	122
มี.ค. 42	486,095	60,398,244	60,087,809	11,904,240	539,224	72,531,273	1.201	149.21	124
เม.ย. 42	356,388	42,466,884	41,385,699	11,324,448	662,395	53,372,542	1.257	149.76	119
พ.ค. 42	485,752	59,444,400	56,704,428	10,510,272	415,435	67,630,135	1.138	139.23	122
มิ.ย. 42	523,293	62,111,456	61,089,501	9,761,888	526,778	71,378,167	1.149	136.40	119
ผลรวม	6,908,818	941,891,951	924,440,572	202,986,824	19,198,350	1,146,625,747	ค่าเฉลี่ย = 1.217	ค่าเฉลี่ย = 165.96	ค่าเฉลี่ย = 136.33

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

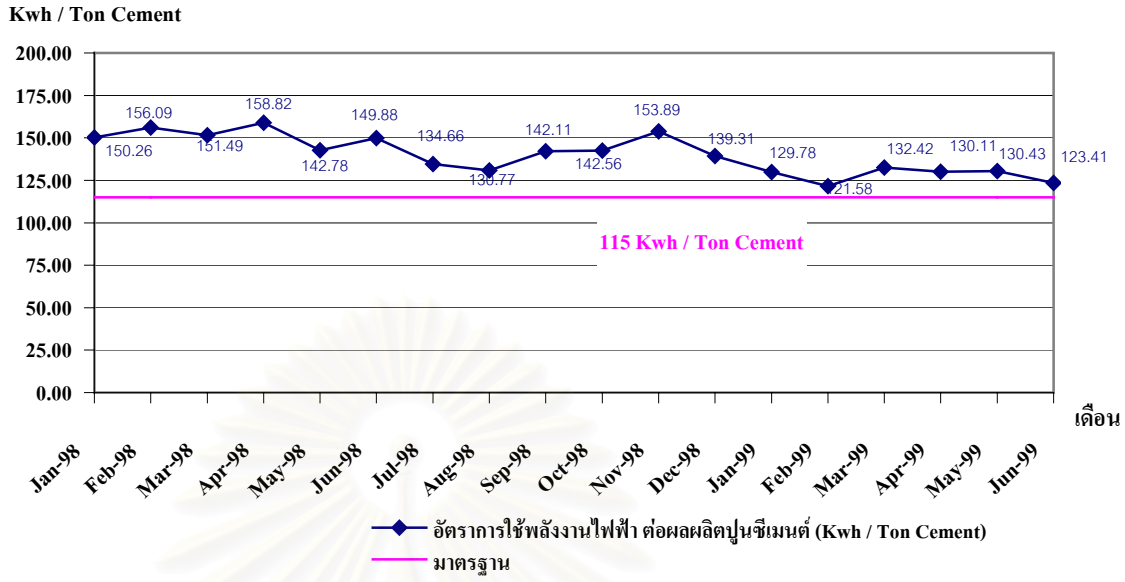
หมายเหตุ ค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะไม่รวมค่า FT Charge และ VAT

ตารางที่ 3.6 ผลผลิตปูนเม็ด ปริมาณการใช้และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ปี 2541 - 6 เดือนแรก ปี 2542

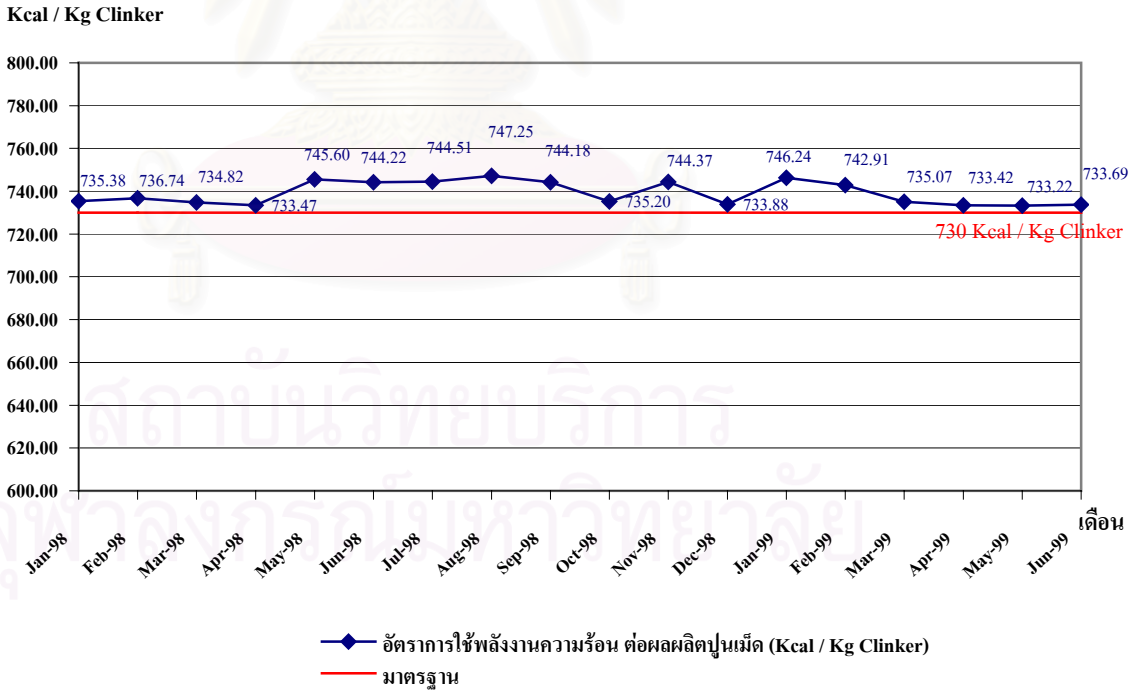
เดือน 2541-2542	ผลผลิตปูนเม็ด (Ton Clinker)	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (Million Kcal)	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน (Baht)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (Baht / Million Kcal)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด (Baht / Ton Clinker)	อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด (Kcal / Kg Clinker)
ม.ค. 41	520,955	383,102	75,446,580	196.94	144.82	735.38
ก.พ. 41	524,738	386,595	72,200,490	186.76	137.59	736.74
มี.ค. 41	584,279	429,339	81,265,000	189.28	139.09	734.82
เม.ย. 41	652,627	478,680	91,146,800	190.41	139.66	733.47
พ.ค. 41	375,734	280,146	54,743,400	195.41	145.70	745.60
มิ.ย. 41	622,547	463,312	89,540,700	193.26	143.83	744.22
ก.ค. 41	393,592	293,034	58,184,900	198.56	147.83	744.51
ส.ค. 41	308,714	230,687	46,733,202	202.58	151.38	747.25
ก.ย. 41	628,772	467,922	90,991,440	194.46	144.71	744.18
ต.ค. 41	583,597	429,060	82,262,500	191.73	140.96	735.20
พ.ย. 41	437,433	325,614	62,722,070	192.63	143.39	744.37
ธ.ค. 41	587,264	430,983	80,150,950	185.97	136.48	733.88
ม.ค. 42	503,383	375643	70,820,190	188.53	140.69	746.24
ก.พ. 42	417,906	310468	60,152,900	193.75	143.94	742.91
มี.ค. 42	639,385	469993	89,267,090	189.93	139.61	735.07
เม.ย. 42	578,942	424607	79,805,950	187.95	137.85	733.42
พ.ค. 42	566,385	415287	79,290,910	190.93	139.99	733.22
มิ.ย. 42	513,709	376905	71,447,500	189.56	139.08	733.69
ผลรวม	9,439,962	6,971,377	1,336,172,572	ค่าเฉลี่ย = 191.67	ค่าเฉลี่ย = 141.54	ค่าเฉลี่ย = 738.50

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 กราฟอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อผลผลิตปูนซีเมนต์เปรียบเทียบกับมาตรฐาน



รูปที่ 3.4 กราฟอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ดเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

3.3 ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้น

ทำการประเมินความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้นโดยการเปรียบเทียบกับมาตรฐานการใช้พลังงานของผู้ผลิตเครื่องจักร โดยสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

(ก) ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานไฟฟ้า

(ข) ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานความร้อน

3.3.1 ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

จากมาตรฐานอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ซึ่งเท่ากับ 110-115 Kwh / Ton Cement เมื่อนำมากำหนดเป็นอัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานที่เกิดขึ้นในปี 2541 และช่วง 6 เดือนแรกของปี 2542 และทำการเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงได้ดังตารางที่ 3.7 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3.7 อัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

ปี	อัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐาน ประมาณการ Baht / Ton Cement	อัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้น Baht / Ton Cement	อัตราค่าไฟฟ้าที่สูงกว่ามาตรฐาน (%)
2541	141.56	180.12	27.23
2542 (6 เดือนแรก)	137.19	152.41	11.09

จากข้อมูลอัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ในปี 2541 และช่วง 6 เดือนแรกของปี 2542 ที่เกิดขึ้นมีค่าสูงกว่าอัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานที่ประมาณการณ์ขึ้น จึงได้ทำการประเมินคิดเป็นความสูญเสียด้านพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

ปี 2541 จะมีค่าไฟฟ้าที่สูงกว่ามาตรฐานเท่ากับ 160.01 ล้านบาท*****

ปี 2542 ช่วง 6 เดือนแรกจะมีค่าไฟฟ้าที่สูงกว่ามาตรฐานเท่ากับ 39.86 ล้านบาท*****

3.3.2 ประเมินความสูญเสียด้านพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น

จากมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องจักรอัตราการใช้ปริมาณความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ดเท่ากับ 730 Kcal /Kg Clinker ทำให้สามารถกำหนดประมาณการณ์อัตราค่าใช้จ่ายมาตรฐานด้านพลังงานความร้อนในปี 2541 และช่วง 6 เดือนแรกของปี 2542 และทำการเปรียบเทียบกับอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นได้ดังตารางที่ 3.8 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3.8 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

ปี	อัตราค่าใช้จ่ายมาตรฐาน ประมาณการพลังงานความร้อน Baht / Ton Clinker	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น Baht / Ton Clinker	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่สูงกว่ามาตรฐาน (%)
2541	140.55	142.34	1.27
2542 (6 เดือนแรก)	138.68	140.01	0.96

จากข้อมูลอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ดในปี 2541 และช่วง 6 เดือนแรกของปี 2542 ที่เกิดขึ้นมีค่าสูงกว่าอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนมาตรฐานที่ประมาณการณ์ขึ้น จึงได้ทำการประเมินคิดเป็นความสูญเสียด้านพลังงานความร้อนได้ดังนี้

ปี 2541 จะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนที่สูงกว่ามาตรฐานเท่ากับ 11.10 ล้านบาท*****

ปี 2542 ช่วง 6 เดือนแรกจะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนที่สูงกว่ามาตรฐานเท่ากับ 4.27 ล้านบาท*****

ถ้าคิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไปจากค่าไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนจะมีค่าดังนี้

ปี 2541 จะมีค่าใช้จ่ายที่สูญเสียทั้งหมดเท่ากับ 171.12 ล้านบาท*****

ปี 2542 จะมีค่าใช้จ่ายที่สูญเสียทั้งหมดเท่ากับ 44.13 ล้านบาท*****

*****รายละเอียดข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ก., หน้า 185-188

ซึ่งจะเห็นได้ว่าจากการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในช่วงแรกนี้ยังไม่เหมาะสมทำให้ยังคงเกิดค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไปในปริมาณที่สูง จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในช่วงแรกนี้ยังคงไม่สามารถเข้าไปดำเนินการได้ถึงในทุกส่วนของกระบวนการผลิตได้อย่างแท้จริงทำให้เกิดการขาดประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต องค์กรการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในช่วงแรกนี้จะต้องได้รับการดำเนินการปรับปรุงองค์กรเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างทั่วถึงในทุกส่วนของกระบวนการผลิตต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การศึกษาการใช้พลังงานและวิเคราะห์ความสูญเสียด้านพลังงานในปัจจุบัน

การศึกษาการใช้พลังงานและวิเคราะห์ความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ในปัจจุบัน การศึกษาการใช้พลังงานและตรวจสอบเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโรงงานที่ต้องการให้มีการจัดการพลังงานที่ดี การตรวจสอบพลังงานเกี่ยวข้องกับการวัดการใช้พลังงานจริง การตรวจสอบพลังงานเป็นการชี้ให้เห็นการไหลของพลังงาน และเป็นการหาปริมาณพลังงานที่ใช้ในแต่ละหน้าที่ การทำการตรวจสอบพลังงานสามารถชี้ให้เห็นถึงว่าส่วนใดที่มีศักยภาพการประหยัดพลังงานสูง เป็นการช่วยให้ผู้บริหารสนใจได้ถูกจุด เป็นหน้าที่ของการจัดการพลังงานที่จะต้องจัดตั้งมาตรฐานการใช้พลังงาน เพื่อให้เปรียบเทียบสมรรถนะพลังงานและลดปัญหาการรณรงค์การประหยัดพลังงานในกรณีที่การตรวจวัดและการวิเคราะห์ไม่เป็นระบบ

การตรวจสอบพลังงานไม่ใช่สิ่งที่ทำครั้งเดียวแล้วใช้ได้ไปตลอด การตรวจสอบพลังงานเป็นงานต่อเนื่อง เพื่อจะได้มีการเปรียบเทียบระหว่างทฤษฎีและผลการปฏิบัติ ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้นว่าพลังงานได้ถูกใช้ไปอย่างใดบ้าง ทำไมต้องใช้ ใช้ไปอย่างไรและเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด เมื่อเราได้เข้าใจถึงรายละเอียดว่าพลังงานใช้ไปได้อย่างไร ในกระบวนการผลิตหนึ่ง ๆ ซึ่งจะทำให้เริ่มมองเห็นหนทางที่จะประหยัดพลังงานและลดต้นทุนการผลิตลงได้

4.1 การศึกษาการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

ทำการศึกษาการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์โดยแบ่งตามชนิดของพลังงานออกได้ดังนี้

1. การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์
2. การใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

4.1.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดในโรงงานในการผลิตปูนซีเมนต์ได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้ พลังงานที่เกิดขึ้นในเดือน มิถุนายน 2542 ได้ดังตารางที่ ข-1 ภาคผนวก ข., หน้า 195-197

จากข้อมูลที่เกิดขึ้นทำการจำแนกข้อมูลตามสภาพการไหลของพลังงานไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้

1. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิต

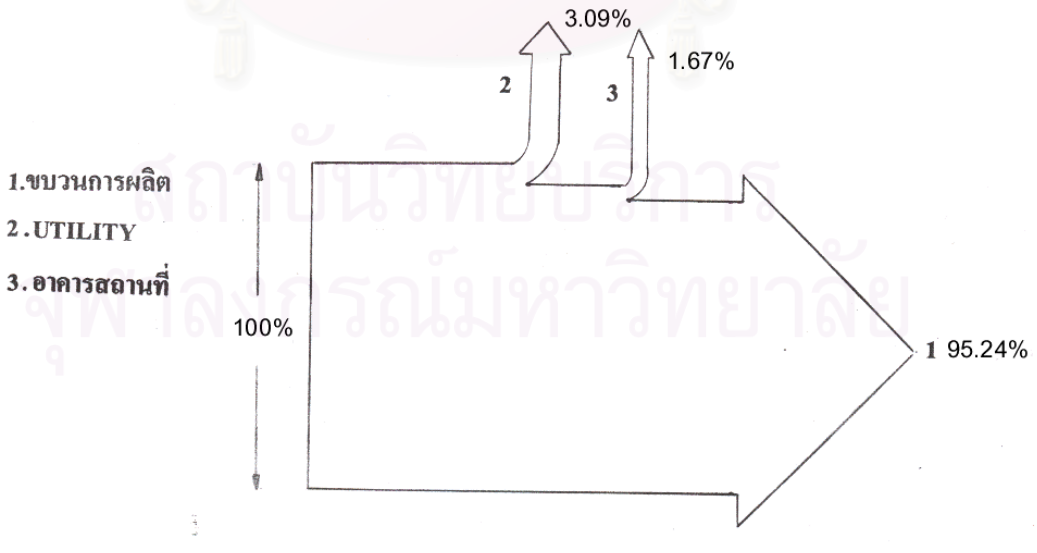
- จากโครงการส่วนที่ 1 จะใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 13,396,413.54 Kw คิดเป็น 21.21 % (มีการ SHUT DOWN วันที่ 13-30 มิถุนายน 2543)*
- จากโครงการส่วนที่ 2 จะใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 22,915,751.03 Kw คิดเป็น 36.28 %*
- จากโครงการส่วนที่ 3 จะใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 23,850,564.65 Kw คิดเป็น 37.76 %*
- จากในส่วนของ UTILITY จะใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 1,948,726.78 Kw คิดเป็น 3.09 %*

2. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- จากการใช้พลังงานด้านอาคารสถานที่และการปรับอากาศ จะใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 1,051,840.56 Kw คิดเป็น 1.67 %*

*รายละเอียดข้อมูลอยู่ในตารางที่ ข-1 ในภาคผนวก ข., หน้า 195-197

ซึ่งสามารถแสดงด้วย Sankey Diagram ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 Sankey Diagram ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน

จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเห็นได้ว่าพลังงานไฟฟ้าจำนวนถึง 98 % ในการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดเป็นการใช้ไปในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ทั้งสิ้น ดังนั้นถ้ามีการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตที่ดีแล้วจะสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้อย่างแท้จริง จึงได้ทำการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตโดยแยกเป็นแต่ละแผนกได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามแผนก

แผนก	จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (Kw)**
Crusher	1,776,517.69
Raw mat & Fuel Prep	
- Raw mill	20,765,562.86
- Coal mill	2,892,801.04
Kiln	14,445,927.76
Cement & Packing	22,230,646.65

**รายละเอียดข้อมูลแสดงในตาราง ข-2 ภาคผนวก ข., หน้า 198

การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์นั้นจากข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเห็นได้ว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่สูง อันจะส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่สูงด้วย ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าจะมีองค์ประกอบที่มีผลต่ออัตราค่าไฟฟ้าดังนี้คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ความต้องการพลังงานไฟฟ้า และค่า FT Charge จากองค์ประกอบเหล่านี้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะเรียกเก็บเงินจากลูกค้า โดยจะระบุค่าธรรมเนียมดังนี้

1. ค่าพลังงานไฟฟ้า (Kwh) คือ ค่าธรรมเนียมที่คิดจากจำนวนความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งเดือน
2. ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand Charge) เป็นค่าธรรมเนียมที่คิดจากจำนวนความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที สูงสุดในเดือนนั้น
3. ค่า FT Charge จะเป็นค่าใช้จ่ายที่ถูกกำหนดมาจากทางการไฟฟ้า

จึงได้ทำการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์โดยแยกตามค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในปี 2541 และช่วง 6 เดือนแรกของปี 2542 ได้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.2 ค่าไฟฟ้า 115 KV ปี 2541

เดือน ปี 2541	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า (บาท)	ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (บาท)	ค่าใช้จ่ายเนื่องจากค่า FT (บาท)	ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (ไม่รวมภาษี) (บาท)
มกราคม	54,956,316	12,208,528	22,679,421	89,844,265
กุมภาพันธ์	52,825,976	11,961,808	22,447,306	87,235,091
มีนาคม	61,615,715	12,327,776	25,740,972	99,684,463
เมษายน	58,714,509	13,058,684	29,935,779	101,708,972
พฤษภาคม	42,408,469	10,966,704	22,342,247	75,717,419
มิถุนายน	56,061,328	11,916,576	28,006,208	95,984,111
กรกฎาคม	47,018,788	9,474,048	23,657,014	80,149,850
สิงหาคม	37,825,221	9,314,708	21,791,525	68,931,454
กันยายน	49,454,047	12,060,496	28,121,019	89,635,562
ตุลาคม	49,221,440	12,194,136	27,922,611	89,338,187
พฤศจิกายน	42,581,350	8,446,048	24,811,544	75,838,942
ธันวาคม	42,783,228	12,039,936	22,207,572	77,030,737
รวม	595,466,388	135,969,448	299,663,217	1,031,099,053

ตารางที่ 4.3 ค่าไฟฟ้า 115 KV ช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542

เดือน ปี 2542	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า (บาท)	ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (บาท)	ค่าใช้จ่ายเนื่องจากค่า FT (บาท)	ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (ไม่รวมภาษี) (บาท)
มกราคม	52,446,373	11,953,584	26,684,860	91,084,817
กุมภาพันธ์	57,260,374	11,562,944	28,859,426	97,682,744
มีนาคม	60,087,809	11,904,240	30,494,317	102,486,365
เมษายน	41,385,699	11,324,448	13,747,046	66,457,192
พฤษภาคม	56,704,428	10,510,272	19,318,607	86,533,307
มิถุนายน	61,089,501	9,761,888	20,161,015	91,012,405
รวม	328,974,184	67,017,376	139,265,270	535,256,831

ที่มา : แผนกไฟฟ้า บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ระบบต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า

ระบบต้นทุนค่าใช้จ่ายของพลังงานไฟฟ้าเกิดจาก ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า 115 KV รวมกับ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้า 22 KV ในแต่ละเดือน ดังมีรายละเอียดของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้า 115 KV ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายหลักของกระบวนการผลิตมีดังนี้

ก. ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) มีรายละเอียดดังนี้

การใช้พลังงานไฟฟ้าช่วง Peak X 1.5349 = ค่าใช้จ่ายส่วนที่ 1
การใช้พลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak X 0.6671 = ค่าใช้จ่ายส่วนที่ 2
การใช้พลังงานไฟฟ้าช่วง Sunday X 0.6062 = ค่าใช้จ่ายส่วนที่ 3

ดังนั้นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจะเท่ากับ
ผลรวมของ ค่าใช้จ่ายส่วนที่ 1 + ค่าใช้จ่ายส่วนที่ 2 + ค่าใช้จ่ายส่วนที่ 3

ข. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากความต้องการปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด

ปริมาณความต้องการสูงสุดในช่วง Peak X 102.8 = ค่าใช่จ่ายที่เกิดขึ้น

ค. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจาก (FT Charge)

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด X FT Charge = ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

ดังนั้นต้นทุนของพลังงานไฟฟ้า 115 KV ทั้งหมดจะเกิดขึ้นจาก ผลรวมของ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) กับ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากความต้องการปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด และ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจาก (FT Charge)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตัวอย่าง</u> ต้นทุนของค่าใช้จ่ายจากกพลังงานไฟฟ้าในเดือน มกราคม 2541 จากตารางที่ 4.3 มีดังนี้

ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า (Energy Charge)

การใช้พลังงานไฟฟ้าช่วง Peak X 1.5349 = 22,794,240 X 1.5349 = 34,986,878.98
การใช้พลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak X 0.6671 = 22,367,040 X 0.6671 = 14,921,052.38
การใช้พลังงานไฟฟ้าช่วง Sunday X 0.6062 = 8,327,920 X 0.6062 = 5,048,385.10
ดังนั้นค่าไฟฟ้าจากการใช้พลังงานไฟฟ้ามีค่า = 34,986,878.98+14,921,052.38+5,048,385.10
= 54,956,316.46

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากความต้องการปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด

ปริมาณความต้องการสูงสุดในช่วง Peak X 102.8
= 118,760 X 102.8 = 12,208,528.00

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจาก (FT Charge)

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมด X FT Charge (การไฟฟ้าเป็นผู้กำหนด)
= 53,489,200 X 0.4240 = 22679420.80

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจาก การใช้พลังงานไฟฟ้า 22 KV เท่ากับ 3,476,394**

ดังนั้นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในกระบวนการผลิตจะมีค่าเท่ากับ
= 54,956,316.46 + 12,208,528 + 22,679,420.80 + 3,476,394
= 93,320,659.46 บาท

**รายละเอียดข้อมูลอยู่ในตารางที่ ข-3 ในภาคผนวก ข ., หน้า 199

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากองค์ประกอบของค่าใช้จ่ายของพลังงานไฟฟ้าจะเห็นได้ว่าค่าธรรมเนียมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge) มีสัดส่วนค่อนข้างสูงโดยจะเป็นอันดับสองรองจากค่าพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นถ้าในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์สามารถลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดลงได้ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนก็จะสามรถลดลงได้ในที่สุด และเนื่องจากการไฟฟ้าได้คิดค่าไฟฟ้าในส่วนที่ใช้เฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาที ของแต่ละเดือน โดยค่าไฟฟ้าส่วนนี้จะคิดจากค่าสูงสุดเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งในรอบหนึ่งเดือนก็ตาม ก็จะคิดค่าไฟฟ้าส่วนนี้ เท่ากัน ดังนั้น เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและการจัดการพลังงานที่ดีอีกทั้งยังคุ้มค่ากับเงินที่จะต้องจ่ายส่วนนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับระดับความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดให้ลดลงมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ สาเหตุหนึ่งที่ต้องมีการควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเพราะความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเป็นสิ่งหนึ่งที่จะแสดงถึงประสิทธิภาพ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าว่าเป็นอย่างไร ดังนั้นถ้าสามารถปรับค่าความต้องการสูงสุดให้อยู่ในขนาดที่เหมาะสมก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนได้อย่างมาก และเป็นเครื่องแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับสูง

จากข้อมูลการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์โดยแยกตามค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในปี 2541 และช่วง 6 เดือนแรกของปี 2542 นั้นจะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในส่วนของความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดนั้นมีค่าที่สูงอยู่มาก ถ้ามีการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ดี มีองค์กรมาทำหน้าที่ควบคุมดูแลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตามแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันให้เหมาะสมโดยมีแผนการเดินเครื่องจักรที่เป็นรูปธรรม การประสานงานเรื่องข้อมูลความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในขณะเวลานั้น ๆ เพื่อที่จะได้ทราบถึงว่ายังสามารถที่จะเดินเครื่องจักรเพิ่มขึ้นได้อีกหรือไม่ ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้นั้นควรจะต้องเริ่มต้นมาจากการมีการจัดการพลังงานที่ดีและควรจะได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงอีกด้วย ซึ่งถ้าในกระบวนการผลิตมีการจัดการพลังงานที่ดีแล้ว จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นด้านพลังงานนั้นจะสามารถลดลงได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 การใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

พลังงานความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์จะทำหน้าที่หลักในการทำให้เกิดสารประกอบซีเมนต์หรือที่เรียกว่า Cement Compound ซึ่งเกิดจากการเผาส่วนผสมอ๊อกไซด์ต่าง ๆ ของ SiO_2 , Al_2O_3, Fe_2O_3 และ CaO ที่อุณหภูมิประมาณ 1400 ^{0}C เพื่อให้เกิดการรวมตัวกันออกมาเป็นปูนเม็ด ซึ่งความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตนี้จะมาจากแหล่งพลังงาน 2 ส่วนดังนี้ คือ

1. พลังงานจากที่เกิดจากน้ำมันเตา
2. พลังงานจากที่เกิดจากถ่านหิน

4.1.2.1 พลังงานความร้อนที่เกิดจากน้ำมันเตา

น้ำมันเตาที่ใช้ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ของบริษัทฯ นั้นเป็นน้ำมันเตากลาง (Medium Fuel Oil) เกรด 2 มีชื่อทางการค้าว่า Bunker-C จึงได้ทำการตรวจสอบการใช้น้ำมันเตาเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต จากการตรวจสอบของผู้ทำการวิจัยพบว่าการใช้น้ำมันเตานั้นจะเกิดขึ้นจาก 2 ส่วน ดังนี้คือ

(ก) การใช้น้ำมันเตาในการจุดไฟให้พลังงานความร้อนแก่เตาเผา

(ข) การใช้น้ำมันเตาในการจุดไฟให้พลังงานความร้อนแก่หม้ออุ่นน้ำมันเตา (Boiler)

การใช้น้ำมันเตาในการจุดไฟให้พลังงานความร้อนแก่เตาเผา พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตนั้นมาจากการสันดาปเชื้อเพลิงในเตาเผาซึ่งช่วงแรกของการสร้างอุณหภูมิ (Heat up) ให้สูงขึ้นนั้นจะใช้เชื้อเพลิง คือ น้ำมันเตา นั่นเอง ซึ่งน้ำมันเตาที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการจุดไฟที่ Main Burner ของเตาเผานั้น โดยปกติจะต้องทำให้น้ำมันเตามีอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 120-130 ^{0}C และความดัน 40 bars จึงจะสามารถทำการจุดไฟได้ จากนั้นเมื่อทำการจุดไฟโดยใช้น้ำมันเตาแล้ว จะต้องสร้างอุณหภูมิ (Heat up) เพื่อให้เกิดความร้อนจนกระทั่งถึงอุณหภูมิในส่วนของทางเข้าวัตถุดิบ (Kiln Inlet) อยู่ที่ประมาณ 700 ^{0}C จึงจะทำการป้อนถ่านหินที่ทำการบดแล้วป้อนผสมไปกับน้ำมันเตาและจะทำการลดปริมาณการใช้น้ำมันเตาไปเรื่อย ๆ จากนั้นจึงหยุดการใช้น้ำมันเตาและใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียวในการสร้างพลังงานความร้อนให้กับกระบวนการผลิตต่อไป

การใช้น้ำมันเตาในการจุดไฟให้พลังงานความร้อนแก่หม้ออุ่นน้ำมันเตา (Boiler) เพื่อทำการอุ่นน้ำมันเตาให้มีอุณหภูมิเหมาะสม (120-130 ^{0}C)อยู่ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดการแข็งตัวของน้ำมันเตาในท่อส่งน้ำมันและป้องกันการรอคอยเมื่อเกิดปัญหา เตาเผา เกิดการ Trip หรือหยุดชั่วขณะ แล้วจะทำการจุดไฟเพื่อทำการเดินเครื่องจักรต่อทันที ซึ่งถ้าเกิดการรอคอยอุณหภูมิของน้ำมันเตาเพื่อทำการจุดไฟนั้นจะทำให้เกิดความล่าช้าของการทำอุณหภูมิของเตาเผา (Heat up) ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องจักรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตไม่สามารถทำการเดินเครื่องจักรต่อไปถ้าอุณหภูมิการใช้งานไม่ถึงตามที่ต้องการ แต่จากการอุ่นน้ำมันเตาตลอดเวลา 24 ชั่วโมงนี้เองจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานเกิดขึ้นในเรื่องของพลังงานความร้อนที่ใช้ในการจุดไฟของชุด Burner ของหม้ออุ่นน้ำมันเตา (Boiler) ซึ่งจะต้องใช้น้ำมันเตาเป็นเชื่อเพลิง และพลังงานไฟฟ้าซึ่งเกิดจากชุดพัดลมดูดอากาศเพื่อช่วยในการสันดาปเชื้อเพลิง ซึ่งความสูญเสียของพลังงานในส่วนนี้เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการขาดการจัดการด้านพลังงานที่ดี ถ้าสามารถลดการอุ่นน้ำมันเตาที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลานั้นได้ โดยไม่ส่งผลกระทบเสียหายต่อกระบวนการผลิตในเรื่องการรอคอยของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นนั้นก็จะเป็นการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายส่วนนี้ลงได้

4.1.2.2 พลังงานความร้อนที่เกิดจากถ่านหิน

พลังงานความร้อนที่เกิดจากถ่านหินจะเกิดขึ้นมาจากเมื่อทำการจุดไฟโดยใช้น้ำมันเตา แล้วทำการสร้างอุณหภูมิ (Heat up) ในเตาเผาจนถึงอุณหภูมิในส่วนของทางเข้าวัตถุดิบ (Kiln Inlet) อยู่ที่ประมาณ 700 ^{0}C จึงทำการป้อนถ่านหินที่ผ่านการบดจนละเอียดแล้ว เข้าไปเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันเตา และถ่านหินนี้เองจะเป็นวัตถุดิบหลักที่ให้พลังงานความร้อนแก่กระบวนการผลิต ซึ่งปัจจุบันในกระบวนการผลิตปูนเม็ดจะใช้ถ่านหินประเภท ซับบิทูมินัส ซึ่งนำเข้ามาจากต่างประเทศ เป็นวัตถุดิบหลักและจะมีการผสมใช้กับลิกไนต์ ที่ซื้อมาจากในประเทศ ซึ่งค่าความร้อน (Heating Value) ของถ่านหินในกระบวนการสันดาปจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 5,700 Kcal / Kg_{Coal} ซึ่งถ้าค่าความร้อนนั้นมีปริมาณที่สูงนั้นจะหมายถึงเป็นถ่านหินที่มีคุณภาพที่ดี และค่าความร้อนนี้จะเป็นตัวกำหนดราคาของถ่านหินที่ซื้อขายกันในท้องตลาดเป็นส่วนมาก ถ่านหินนั้นจะมีส่วนประกอบหลักคือ 1. สารอินทรีย์ (Organics) ซึ่งได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) และ 2. แร่ธาตุต่าง ๆ (Mineral) ซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic) ซึ่งได้แก่ กำมะถัน ซัลเฟอร์ และกากจากการเผาไหม้ (Ash) ซึ่งประกอบด้วย SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO และ SO_3 สารต่าง ๆ ที่รวมกันเป็นถ่านหินนี้จะอยู่ในรูปของความชื้น สารระเหยหรือแกส (Combustible Component) และ Ash

สารระเหยอาจจะเรียกเป็น Valatie matter ได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ซัลเฟอร์ (S) ซึ่งเมื่อถูกเผาไหม้จะรวมตัวกับ ออกซิเจน ในอากาศจะเกิดความร้อนขึ้น ดังนั้นถ้าถ่านหินที่มีสารระเหย (Valatie matter) มากก็จะให้ค่าความร้อน (Heating Value) ที่มีค่าสูง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในการเลือกใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเพื่อให้พลังงานความร้อนจะคำนึงถึง ความร้อน (Heating Value) สารระเหย (Valatie matter)

พลังงานความร้อนที่ได้จากกระบวนการสันดาปเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นบริเวณเตาเผานี้ จะถ่ายเทความร้อนไปใช้งานยังส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยสามารถที่จะทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ถึงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น และปริมาณความร้อนที่ถูกใช้ไปยังส่วนต่าง ๆ เพื่อที่จะทำการหาประสิทธิภาพของกระบวนการทางความร้อนที่ได้รับและยังเป็นจุดที่บ่งบอกถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งการหาประสิทธิภาพของกระบวนการทางความร้อนที่เกิดขึ้นนี้สามารถทำได้โดยการทำ สมดุลยความร้อน ซึ่งการทำสมดุลยความร้อนในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์นี้จะทำการแบ่งการตรวจสอบและวิเคราะห์ ตามสภาพการทำงานจริงในกระบวนการผลิตโดยจะแบ่งเป็น ตามโครงการที่เกิดขึ้นเป็น 3 โครงการ ซึ่งการทำ สมดุลยความร้อนจะได้ ข้อมูลที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

ก. สมดุลยความร้อน (Heat Balance) Line การผลิตที่ 1 (Kurt E. Peray , 1979)

พลังงานความร้อนด้านเข้า (Heat Input) Line การผลิตที่ 1

1. Heat Input from the combustion of coal as fired

$$Q_1 = W_A\ Aq$$
$$= 0.1308 \times 5615.23$$
$$= 734.47\ Kcal/Kg_{Cl}$$

2. Heat Input from sensible heat in coal as fired

$$Q_2 = W_A\ Cm\ T_F$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of fuels (เทียบจากรูปกราฟ ข-3 ในภาคผนวก ข.,หน้า 220) จากกราฟ ที่ T_F เท่ากับ 65 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 287

$$Q_2 = 0.1308 \times 0.287 \times 65$$
$$= 2.44\ Kcal / Kg_{CL}$$

3. Heat Input from sensible heat in kiln feed

$$Q_3 = W_{dF}\ Cm\ T_C$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of raw material (เทียบจากรูปกราฟ ข-1 ในภาคผนวก ข.,หน้า 219) จากกราฟ ที่ T_F เท่ากับ 68 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.209

$$Q_3 = 1.59 \text{ X } 0.209 \text{ X } 68$$

$$= 22.60 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

4. Heat Input from cooler air sensible heat

$$Q_4 = \frac{W_t\ Cm\ F_T}{W_{Cl}}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข.,หน้า 220) จากกราฟ ที่ F_T เท่ากับ 35 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.234

$$Q_4 = (969054.41 \text{ X } 0.234 \text{ X } 35)/327044$$

$$= 24.26 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

5. Heat Input from primary air sensible heat

$$Q_5 = \frac{W_4\ Cm\ F_T}{W_{Cl}}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข.,หน้า 220) จากกราฟ ที่ F_T เท่ากับ 35 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.234

$$Q_5 = (21508.68 \text{ X } 0.234 \text{ X } 35)/327044$$

$$= 0.54 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

ดังนั้นรวมความร้อนทางด้านเข้าทั้งหมดจะเท่ากับ $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$

$$Q_{Input\ Total} = 734.47+2.44+22.60+24.26+0.54$$

$$= 784.31 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข., หน้า 220-218

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พลังงานความร้อนด้านออก (Heat Output) Line การผลิตที่ 1

1. Heat requied for clinker formulation

$$Q_1 = 4.11H_{Al}+6.48H_{Mg}+7.646H_{Ca}-5.116H_{Si}-0.59H_{Fe}$$

$$= 4.11(5.08)+6.48(2.39)+7.646(65.25)-5.116(21.70)-0.59(3.43)$$

$$= 422.22 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

2. Heat loss with clinker at cooler discharge

$$Q_2 = Cm\ T_{Cl}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of clinker (เทียบจากรูปกราฟ ข-2 ในภาคผนวก ข., หน้า 219) จากกราฟ ที่ T_{Cl} เท่ากับ $105\ ^0C$ ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.184

$$Q_2 = 0.184 \text{ X } 105$$

$$= 19.32 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

3. Heat loss at cooler stack

$$Q_3 = \frac{W_2\ Cm\ T_{St}}{W_{Cl}}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข., หน้า 220) จากกราฟ ที่ T_{St} เท่ากับ 262^0C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.244

$$Q_3 = \frac{892535.43}{327044} \text{ X } 0.244 \text{ X } 262$$

$$= 174.46 \text{ Kcal / Kg}_{Cl}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. Heat loss with kiln exit gas

$Q_4 = Q_{CO_2} + Q_{H_2O} + Q_{SO_2} + Q_{N_2} + Q_{excees\ air}$

เมื่อ $Q_{CO_2} = W_{CO_2}\ Cm\ T_{Be}$

$Q_{H_2O} = W_{H_2O}\ Cm\ T_{Be}$

$Q_{SO_2} = W_{SO_2}\ Cm\ T_{Be}$

$Q_{N_2} = W_{N_2}\ Cm\ T_{Be}$

$Q_{excees\ air} = W_{excees\ air}\ Cm\ T_{be}$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข., หน้า 220) จากกราฟ ที่ T_{Be} เท่ากับ 281^0C ได้ค่า Cm เท่ากับ

Cm ของ CO_2 = 0.224 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ H_2O = 0.472 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ SO_2 = 0.167 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ N_2 = 0.252 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ air = 0.245 Kcal / Kg_{Cl}

แทนค่า Q_{CO_2} = 0.8347 X 0.224 X 281

= 52.54 Kcal / Kg_{Cl}

Q_{H_2O} = 0.0181 X 0.472 X 281

= 2.40 Kcal / Kg_{Cl}

Q_{SO_2} = 0.00235 X 0.167 X 281

= 0.11 Kcal / Kg_{Cl}

Q_{N_2} = 0.7827 X 0.252 X 281

= 55.42 Kcal / Kg_{Cl}

$Q_{excees\ air}$ = 0.4416 X 0.245 X 281

= 30.40 Kcal / Kg_{Cl}

ดังนั้น Q_4 จึงมีค่า = 52.54+2.40+0.11+55.42+30.40

= 140.88 Kcal / Kg_{Cl}

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. Heat loss by radiation on kiln shell

$$Q_4 = S_S \rho (T_Z - T) (1/W_{CL})$$

เมื่อ ρ เท่ากับ Heat tranfer coefficien (เทียบจากรูปกราฟ ข-5 ใน ภาคผนวก ข., หน้า 221) จากกราฟที่ T_Z ค่าต่าง ๆ ได้ค่า ρ ดังนี้

ที่	T_{Z1}	=	60 ^{0}C	จะได้	ρ_1	=	9.45	Kcal/hm^2
	T_{Z2}	=	189 ^{0}C	จะได้	ρ_2	=	15.225	Kcal/hm^2
	T_{Z3}	=	213 ^{0}C	จะได้	ρ_3	=	16.336	Kcal/hm^2
	T_{Z4}	=	282 ^{0}C	จะได้	ρ_4	=	19.518	Kcal/hm^2
	T_{Z5}	=	282 ^{0}C	จะได้	ρ_5	=	19.518	Kcal/hm^2
	T_{Z6}	=	185 ^{0}C	จะได้	ρ_6	=	15.075	Kcal/hm^2
	T_{Z7}	=	233 ^{0}C	จะได้	ρ_7	=	17.234	Kcal/hm^2
	T_{Z8}	=	284 ^{0}C	จะได้	ρ_8	=	19.618	Kcal/hm^2
	T_{Z9}	=	191 ^{0}C	จะได้	ρ_9	=	15.345	Kcal/hm^2
	T_{Z10}	=	209 ^{0}C	จะได้	ρ_{10}	=	16.156	Kcal/hm^2

แทนค่า Q_1 = 56.30 X 9.45 X (60-37)X(1/327044)

= 0.0374 Kcal / Kg_{Cl}

Q_2 = 105.55 X 15.225 X (189-37)X(1/327044)

= 0.7469 Kcal / Kg_{Cl}

Q_3 = 112.59 X 16.336 X (213-37)X(1/327044)

= 0.9899 Kcal / Kg_{Cl}

Q_4 = 123.15 X 19.518 X (282-37)X(1/327044)

= 1.8007 Kcal / Kg_{Cl}

Q_5 = 130.19 X 19.518 X (282-37)X(1/327044)

= 1.9036 Kcal / Kg_{Cl}

Q_6 = 140.74 X 15.075 X (185-37)X(1/327044)

= 0.9602 Kcal / Kg_{Cl}

Q_7 = 154.82 X 17.234 X (233-37)X(1/327044)

= 1.5990 Kcal / Kg_{Cl}

Q_8 = 165.37 X 19.618 X (284-37)X(1/327044)

= 2.4503 Kcal / Kg_{Cl}

Q_9 = 182.96 X 15.345 X (191-37)X(1/327044)

= 1.3221 Kcal / Kg_{Cl}

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Q_{10} = 358.89 X 16.156 X (209-37)X(1/327044)

= 3.0495 Kcal / Kg_{Cl}

ดังนั้น Q_5 จึงมีค่า = (0.0374+0.7469+0.9899+1.8007+1.9036+ 0.9602+1.5990+2.4503+1.3221+3.0495)

= 14.86 Kcal / Kg_{Cl}

6. Heat loss due to moisture in feed or slurry

Q_6 = WH_2O (597.7)

= 0.0181 X 597.7

ดังนั้น Q_6 จึงมีค่า = 10.82 Kcal / Kg_{Cl}

ดังนั้นรวมความร้อนทางด้านออกทั้งหมดจะเท่ากับ $Q_1+ Q_2+ Q_3 + Q_4 + Q_5+ Q_6$

Output Total = 422.22+19.32+174.46+140.88+14.86+10.82

= 782.56 Kcal / Kg_{CL}

รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข., หน้า 200-218

ข. สมดุลยความร้อน (Heat Balance) Line การผลิตที่ 2 (Kurt E. Peray , 1979)

พลังงานความร้อนด้านเข้า (Heat Input) Line การผลิตที่ 2

1. Heat Input from the combustion of coal as fired

Q_1 = W_A Aq

= 0.1319 X 5635.42

= 743.31 Kcal /Kg_{Cl}

2. Heat Input from sensible heat in coal as fired

Q_2 = W_A Cm T_F

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of fuels (เทียบจากรูปกราฟ ข-3 ในภาคผนวก ข., หน้า 220) จากกราฟ ที่ T_F เท่ากับ 60 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 286

Q_2 = 0.1319 X 0.286 X 60

= 2.26 Kcal / Kg_{CL}

3. Heat Input from sensible heat in kiln feed

$$Q_3 = W_{dF}\ Cm\ T_C$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of raw material (เทียบจากรูปกราฟ ข-1 ในภาคผนวก ข., หน้า 219) จากกราฟ ที่ T_F เท่ากับ 74 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.209

$$Q_3 = 1.59 \text{ X } 0.209 \text{ X } 74$$

$$= 24.59 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

4. Heat Input from cooler air sensible heat

$$Q_4 = \frac{W_t\ Cm\ F_T}{W_{Cl}}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข., หน้า 220)จากกราฟ ที่ F_T เท่ากับ 42 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.236

$$Q_4 = (1105615.68 \text{ X } 0.236 \text{ X } 42)/339620$$

$$= 32.27 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

5. Heat Input from primary air sensible heat

$$Q_5 = \frac{W_4\ Cm\ F_T}{W_{Cl}}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข., หน้า 220)จากกราฟ ที่ F_T เท่ากับ 42 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.236

$$Q_5 = (21508.68 \text{ X } 0.236 \text{ X } 42)/339620$$

$$= 0.63 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

ดังนั้นรวมความร้อนทางด้านเข้าทั้งหมดจะเท่ากับ $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$

$$Q_{Input\ Total} = 743.31+2.26+24.59+32.27+0.63$$

$$= 803.06 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข., หน้า 200-218

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พลังงานความร้อนด้านออก (Heat Output) Line การผลิตที่ 2

1. Heat required for clinker formulation

$$Q_1 = 4.11H_{Al}+6.48H_{Mg}+7.646H_{Ca}-5.116H_{Si}-0.59H_{Fe}$$

$$= 4.11(5.15)+6.48(1.93)+7.646(65.61)-5.116(21.68)-0.59(3.42)$$

$$= 422.39 \text{ Kcal / } Kg_{CL}$$

2. Heat loss with clinker at cooler discharge

$$Q_2 = Cm\ T_{Cl}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of clinker (เทียบจากรูปกราฟ ข-2 ในภาคผนวก ข., หน้า 219) จากกราฟ ที่ T_{Cl} เท่ากับ 107 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.184

$$Q_2 = 0.184 \text{ X } 107$$

$$= 19.69 \text{ Kcal / } Kg_{CL}$$

3. Heat loss at cooler stack

$$Q_3 = \frac{W_2\ Cm\ T_{St}}{W_{Cl}}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข., หน้า 220)จากกราฟ ที่ T_{St} เท่ากับ 247^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.243

$$Q_3 = \frac{836959.57 \text{ X } 0.243 \text{ X } 247}{339620}$$

$$= 147.91 \text{ Kcal / } Kg_{Cl}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. Heat loss with kiln exit gas

$Q_4 = Q_{CO_2} + Q_{H_2O} + Q_{SO_2} + Q_{N_2} + Q_{excees\ air}$

เมื่อ $Q_{CO_2} = W_{CO_2}\, Cm\, T_{Be}$

$Q_{H_2O} = W_{H_2O}\, Cm\, T_{Be}$

$Q_{SO_2} = W_{SO_2}\, Cm\, T_{Be}$

$Q_{N_2} = W_{N_2}\, Cm\, T_{Be}$

$Q_{excees\ air} = W_{excees\ air}\, Cm\, T_{Be}$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข., หน้า 220)จากกราฟ ที่ T_{Be} เท่ากับ 278^0 C ได้ค่า Cm เท่ากับ

Cm ของ CO_2 = 0.224 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ H_2O = 0.472 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ SO_2 = 0.167 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ N_2 = 0.251 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ air = 0.244 Kcal / Kg_{Cl}

แทนค่า Q_{CO_2} = 0.8368 X 0.224 X 278

= 52.11 Kcal / Kg_{Cl}

Q_{H_2O} = 0.0185 X 0.472 X 278

= 2.43 Kcal / Kg_{Cl}

Q_{SO_2} = 0.0025 X 0.167 X 278

= 0.12 Kcal / Kg_{Cl}

Q_{N_2} = 0.7777 X 0.251 X 278

= 54.27 Kcal / Kg_{Cl}

$Q_{excees\ air}$ = 0.6779 X 0.244 X 278

= 45.98 Kcal / Kg_{Cl}

ดังนั้น Q_4 จึงมีค่า = 52.11+2.43+0.12+54.27+45.98

= 154.90 Kcal / Kg_{Cl}

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. Heat loss by radiation on kiln shell

$Q_5 = S_S \rho (T_Z\text{-}T) (1/W_{CL})$

เมื่อ ρ เท่ากับ Heat tranfer coefficien (เทียบจากรูปกราฟ ข-5 ใน ภาคผนวก ข., หน้า 221)จากกราฟที่ T_Z ค่าต่าง ๆ ได้ค่า ρ ดังนี้

ที่	T_{Z1}	=	118 ^{0}C	จะได้	ρ_1	=	12.060 Kcal/hm^2
	T_{Z2}	=	139 ^{0}C	จะได้	ρ_2	=	13.005 Kcal/hm^2
	T_{Z3}	=	179 ^{0}C	จะได้	ρ_3	=	14.805 Kcal/hm^2
	T_{Z4}	=	180 ^{0}C	จะได้	ρ_4	=	14.850 Kcal/hm^2
	T_{Z5}	=	142 ^{0}C	จะได้	ρ_5	=	13.140 Kcal/hm^2
	T_{Z6}	=	166 ^{0}C	จะได้	ρ_6	=	14.220 Kcal/hm^2
	T_{Z7}	=	214 ^{0}C	จะได้	ρ_7	=	16.381 Kcal/hm^2
	T_{Z8}	=	187 ^{0}C	จะได้	ρ_8	=	15.165 Kcal/hm^2
	T_{Z9}	=	155 ^{0}C	จะได้	ρ_9	=	13.725 Kcal/hm^2
	T_{Z10}	=	111 ^{0}C	จะได้	ρ_{10}	=	11.745 Kcal/hm^2

แทนค่า Q_1 = 56.30 X 12.06 X (118-37)X(1/339620)

= 0.1619 Kcal / Kg_{Cl}

Q_2 = 105.55 X 13.005 X (139-37)X(1/339620)

= 0.4123 Kcal / Kg_{Cl}

Q_3 = 112.59 X 14.805 X (179-37)X(1/339620)

= 0.6970 Kcal / Kg_{Cl}

Q_4 = 123.15 X 14.85 X (180-37)X(1/339620)

= 0.770 Kcal / Kg_{Cl}

Q_5 = 130.19 X 13.14 X (142-37)X(1/339620)

= 0.5289 Kcal / Kg_{Cl}

Q_6 = 140.74 X 14.22 X (166-37)X(1/339620)

= 0.7602 Kcal / Kg_{Cl}

Q_7 = 154.82 X 16.381 X (214-37)X(1/339620)

= 1.3217 Kcal / Kg_{Cl}

Q_8 = 165.37 X 15.165 X (187-37)X(1/339620)

= 1.1077 Kcal / Kg_{Cl}

Q_9 = 182.96 X 13.725 X (155-37)X(1/339620)

= 0.8725 Kcal / Kg_{Cl}

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Q_{10} = 358.89 X 11.745 X (111-37)X(1/339620)

= 0.9185 Kcal / Kg_{Cl}

ดังนั้น Q_5 จึงมีค่า = (0.1619+0.4123+0.6970+0.77+0.5289+ 0.7602+1.3217+1.1077+0.8725+0.9185)

= 7.55 Kcal / Kg_{Cl}

6. Heat loss due to moisture in feed or slurry

Q_6 = W_{H_2O} (597.7)

= 0.0185 X 597.7

ดังนั้น Q_6 จึงมีค่า= 11.06 Kcal / Kg_{Cl}

ดังนั้นรวมความร้อนทางด้านออกทั้งหมดจะเท่ากับ $Q_1+ Q_2+ Q_3 + Q_4 + Q_5+ Q_6$

$Q_{Output\ Total}$ = 422.39+19.69+147.92+154.90+7.55+11.06

= 763.51 Kcal / Kg_{CL}

รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข., หน้า 200-218

ค. สมดุลยความร้อน (Heat Balance) Line การผลิตที่ 3 (Kurt E. Peray , 1979)

พลังงานความร้อนด้านเข้า (Heat Input) Line การผลิตที่ 3

1. Heat Input from the combustion of coal as fired

Q_1 = W_A Aq

= 0.1311 X 5624.12

= 737.32 Kcal /Kg_{Cl}

2. Heat Input from sensible heat in coal as fired

Q_2 = W_A Cm T_F

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of fuels (เทียบจากรูปกราฟ ข-3 ในภาคผนวก ข., หน้า 220)จากกราฟ ที่ T_F เท่ากับ 55 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.285

Q_2 = 0.1311 X 0.285 X 55

= 2.06 Kcal / Kg_{CL}

3. Heat Input from sensible heat in kiln feed

$$Q_3 = W_{dF}\ Cm\ T_C$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of raw material (เทียบจากรูปกราฟ ข-1 ในภาคผนวก ข., หน้า 219) จากกราฟ ที่ T_F เท่ากับ 63 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.209

$$Q_3 = 1.59 \text{ X } 0.209 \text{ X } 63$$

$$= 20.93 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

4. Heat Input from cooler air sensible heat

$$Q_4 = \frac{W_t\ Cm\ F_T}{W_{Cl}}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข., หน้า 220)จากกราฟ ที่ F_T เท่ากับ 45 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.236

$$Q_4 = (892513.43 \text{ X } 0.236 \text{ X } 45)/347790$$

$$= 27.25 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

5. Heat Input from primary air sensible heat

$$Q_5 = \frac{W_4\ Cm\ F_T}{W_{Cl}}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข., หน้า 220)จากกราฟ ที่ F_T เท่ากับ 45 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.236

$$Q_5 = (32581.08 \text{ X } 0.236 \text{ X } 45)/347790$$

$$= 0.99 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

ดังนั้นรวมความร้อนทางด้านเข้าทั้งหมดจะเท่ากับ $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$

$$Q_{Input\ Total} = 737.32+2.06+20.93+27.25+0.99$$

$$= 788.55 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข., หน้า 200-218

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พลังงานความร้อนด้านออก (Heat Output) Line การผลิตที่ 3

1. Heat requied for clinker formulation

$$Q_1 = 4.11H_{Al}+6.48H_{Mg}+7.646H_{Ca}-5.116H_{Si}-0.59H_{Fe}$$

$$= 4.11(5.16)+6.48(1.71)+7.646(66.41)-5.116(22.03)-0.59(3.43)$$

$$= 425.33 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

2. Heat loss with clinker at cooler discharge

$$Q_2 = Cm\ T_{Cl}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of clinker (เทียบจากรูปกราฟ ข-2 ในภาคผนวก ข., หน้า 219)จากกราฟ ที่ T_{Cl} เท่ากับ 110 ^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.185

$$Q_2 = 0.185 \text{ X } 110$$

$$= 20.35 \text{ Kcal / Kg}_{CL}$$

3. Heat loss at cooler stack

$$Q_3 = \frac{W_2\ Cm\ T_{St}}{W_{Cl}}$$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข., หน้า 220)จากกราฟ ที่ T_{St} เท่ากับ 233^{0}C ได้ค่า Cm เท่ากับ 0.243

$$Q_3 = \frac{896714.21 \text{ X } 0.243 \text{ X } 233}{347790}$$

$$= 145.98 \text{ Kcal / Kg}_{Cl}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. Heat loss with kiln exit gas

$Q_4 = Q_{CO_2} + Q_{H_2O} + Q_{SO_2} + Q_{N_2} + Q_{excees\ air}$

เมื่อ $Q_{CO_2} = W_{CO_2}\ Cm\ T_{Be}$

$Q_{H_2O} = W_{H_2O}\ Cm\ T_{Be}$

$Q_{SO_2} = W_{SO_2}\ Cm\ T_{Be}$

$Q_{N_2} = W_{N_2}\ Cm\ T_{Be}$

$Q_{excees\ air} = W_{excees\ air}\ Cm\ T_{Be}$

เมื่อ Cm เท่ากับ Mean specific heat of exit gas (เทียบจากรูปกราฟ ข-4 ในภาคผนวก ข., หน้า 220)จากกราฟ ที่ T_{Be} เท่ากับ 284^0 C ได้ค่า Cm เท่ากับ

Cm ของ CO_2 = 0.225 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ H_2O = 0.472 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ SO_2 = 0.168 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ N_2 = 0.252 Kcal / Kg_{Cl}

Cm ของ air = 0.245 Kcal / Kg_{Cl}

แทนค่า Q_{CO_2} = 0.8345 X 0.225 X 284

= 53.32 Kcal / Kg_{Cl}

Q_{H_2O} = 0.0171 X 0.472 X 284

= 2.29 Kcal / Kg_{Cl}

Q_{SO_2} = 0.0026 X 0.168 X 284

= 0.12 Kcal / Kg_{Cl}

Q_{N_2} = 0.7764 X 0.252 X 284

= 55.57 Kcal / Kg_{Cl}

$Q_{excees\ air}$ = 0.8497 X 0.245 X 284

= 59.12 Kcal / Kg_{Cl}

ดังนั้น Q_4 จึงมีค่า = 53.32+2.29+0.12+55.57+59.12

= 170.43 Kcal / Kg_{Cl}

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. Heat loss by radiation on kiln shell

$Q_4 = S_S \rho (T_Z - T) (1/W_{CL})$

เมื่อ ρ เท่ากับ Heat tranfer coefficien (เทียบจากรูปกราฟ ข-5 ใน ภาคผนวก ข., หน้า 221)จากกราฟที่ T_Z ค่าต่าง ๆ ได้ค่า ρ ดังนี้

ที่	T_{Z1}	=	203 ^{0}C	จะได้	ρ_1	=	15.885 Kcal/hm^2
	T_{Z2}	=	184 ^{0}C	จะได้	ρ_2	=	15.030 Kcal/hm^2
	T_{Z3}	=	168 ^{0}C	จะได้	ρ_3	=	14.310 Kcal/hm^2
	T_{Z4}	=	218 ^{0}C	จะได้	ρ_4	=	16.561 Kcal/hm^2
	T_{Z5}	=	245 ^{0}C	จะได้	ρ_5	=	17.773 Kcal/hm^2
	T_{Z6}	=	335 ^{0}C	จะได้	ρ_6	=	22.505 Kcal/hm^2
	T_{Z7}	=	239 ^{0}C	จะได้	ρ_7	=	17.503 Kcal/hm^2
	T_{Z8}	=	228 ^{0}C	จะได้	ρ_8	=	17.010 Kcal/hm^2
	T_{Z9}	=	75 ^{0}C	จะได้	ρ_9	=	17.909 Kcal/hm^2
	T_{Z10}	=	209 ^{0}C	จะได้	ρ_{10}	=	10.125 Kcal/hm^2

แทนค่า

Q_1 = 102.40 X 15.885 X (203-37)X(1/347790)

= 0.7736 Kcal / Kg_{Cl}

Q_2 = 117.87 X 15.03 X (184-37)X(1/347790)

= 0.7488 Kcal / Kg_{Cl}

Q_3 = 170.65 X 14.31 X (168-37)X(1/347790)

= 0.9198 Kcal / Kg_{Cl}

Q_4 = 158.34 X 16.561 X (218-37)X(1/347790)

= 1.3647 Kcal / Kg_{Cl}

Q_5 = 119.63 X 17.773 X (245-37)X(1/347790)

= 1.2716 Kcal / Kg_{Cl}

Q_6 = 211.12 X 22.505 X (335-37)X(1/347790)

= 4.0710 Kcal / Kg_{Cl}

Q_7 = 207.60 X 17.503 X (239-37)X(1/347790)

= 2.1104 Kcal / Kg_{Cl}

Q_8 = 84.45 X 17.01 X (228-37)X(1/347790)

= 0.7889 Kcal / Kg_{Cl}

Q_9 = 147.78 X 17.909 X (248-37)X(1/347790)

= 1.6057 Kcal / Kg_{Cl}

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Q_{10} = 147.78 X 10.125 X (75-37)X(1/347790)

= 0.2336 Kcal / Kg_{Cl}

ดังนั้น Q_5 จึงมีค่า = (0.7736+0.7488+0.9198+1.3647+1.2716+ 4.0710+2.1104+0.7889+1.6057+0.2336)

= 13.89 Kcal / Kg_{Cl}

6. Heat loss due to moisture in feed or slurry

Q_6 = W_{H_2O} (597.7)

= 0.0171 X 597.7

ดังนั้น Q_6 จึงมีค่า = 10.22 Kcal / Kg_{Cl}

ดังนั้นรวมความร้อนทางด้านออกทั้งหมดจะเท่ากับ $Q_1+ Q_2+ Q_3 + Q_4 + Q_5+ Q_6$

$Q_{Output\ Total}$ = 425.33+20.35+145.98+170.43+13.89+10.22

= 786.20 Kcal / Kg_{CL}

รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข., หน้า 200-218

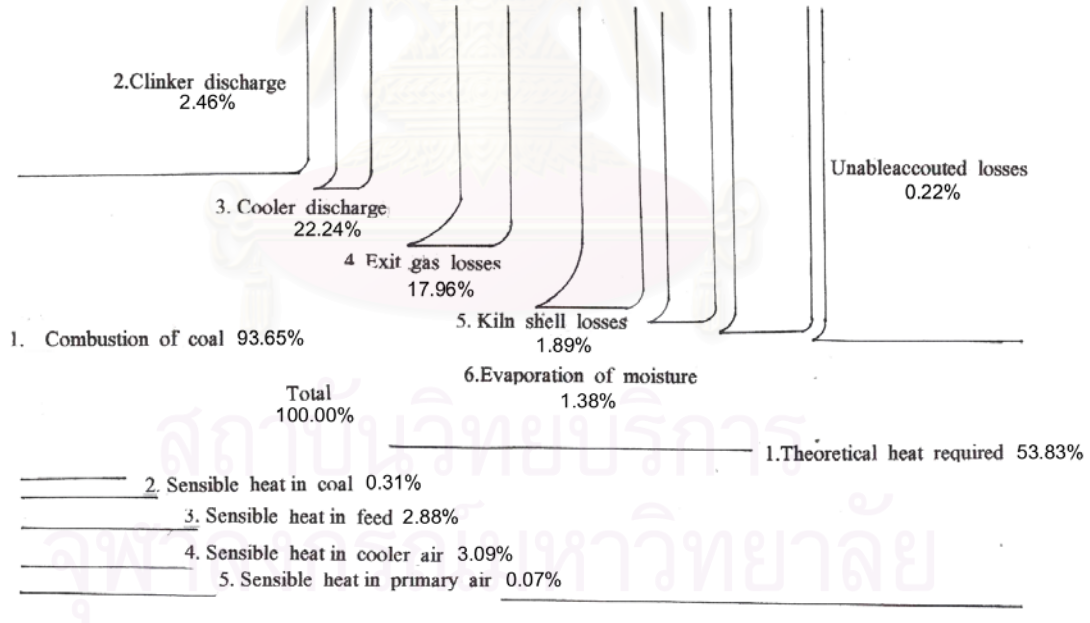
จากการทำการวิเคราะห์ค่าสมดุลย์ความร้อนของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ทั้ง 3 Line การผลิตที่เกิดขึ้นทำให้ทราบถึงการใช้พลังงานความร้อนของเตาเผาและความสูญเสียที่เกิดขึ้นซึ่งสามารถสรุปการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นได้ในตารางที่ 4.4-4.6 และแสดงด้วย Sankey Diagram รูปที่ 4.2-4.4 ต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 สรุปการใช้พลังงานความร้อนของ Line การผลิตที่ 1

Heat input	$Kcal/Kg_{CL}$	Percent	Heat output	$Kcal/Kg_{CL}$	Percent
1. Combustion of coal	734.47	93.65	1.Theoretical heat required	422.22	53.83
2. Sensible heat in coal	2.44	0.31	2.Clinker discharge	19.32	2.46
3. Sensible heat in feed	22.60	2.88	3. Cooler discharge	174.46	22.24
4. Sensible heat in cooler air	24.26	3.09	4. Exit gas losses	140.88	17.96
5. Sensible heat in primary air	0.54	0.07	5. Kiln shell losses	14.86	1.89
			6.Evaporation of moisture	10.82	1.38
			Unaccounted losses	1.75	0.22
Total	784.31	100.00	Total	784.31	100.00

Note : Unaccounted losses are calculated by diffrence to make the two sides equal

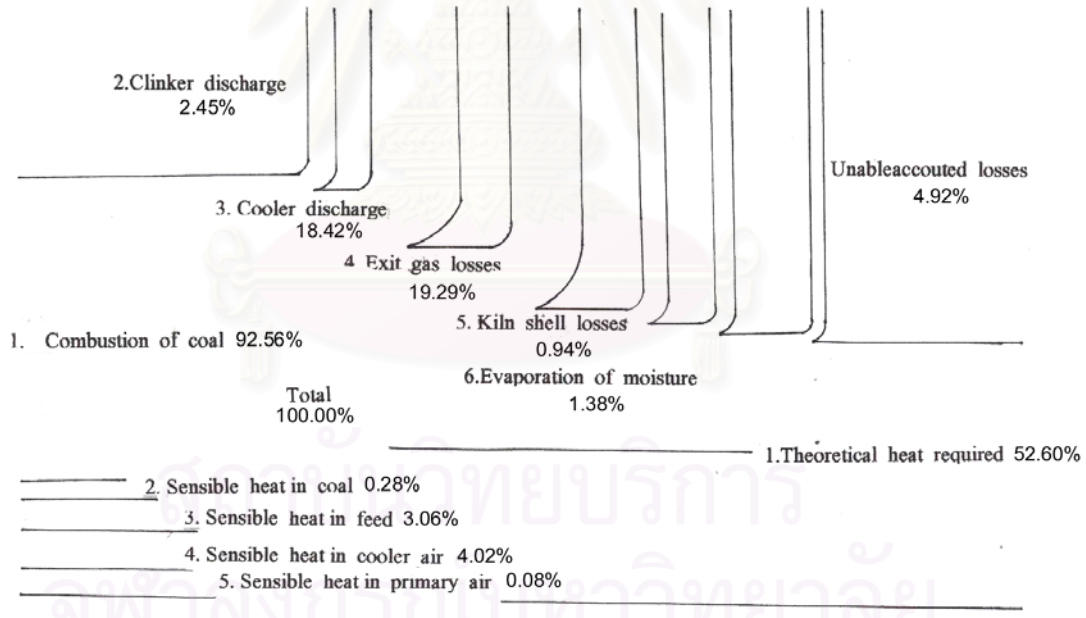


รูปที่ 4.2 Sankey Diagram พลังงานความร้อน Line การผลิตที่ 1

ตารางที่ 4.6 สรุปการใช้พลังงานความร้อนของ Line การผลิตที่ 2

Heat input	Kcal/Kg_{CL}	Percent	Heat output	Kcal/Kg_{CL}	Percent
1. Combustion of coal	743.31	92.56	1.Theoretical heat required	422.39	52.60
2. Sensible heat in coal	2.26	0.28	2.Clinker discharge	19.69	2.45
3. Sensible heat in feed	24.59	3.06	3. Cooler discharge	147.92	18.42
4. Sensible heat in cooler air	32.27	4.02	4. Exit gas losses	154.90	19.29
5. Sensible heat in primary air	0.63	0.08	5. Kiln shell losses	7.55	0.94
			6.Evaporation of moisture	11.06	1.38
			Unaccounted losses	39.55	4.92
Total	803.06	100.00	Total	803.06	100.00

Note : Unaccounted losses are calculated by diffrence to make the two sides equal

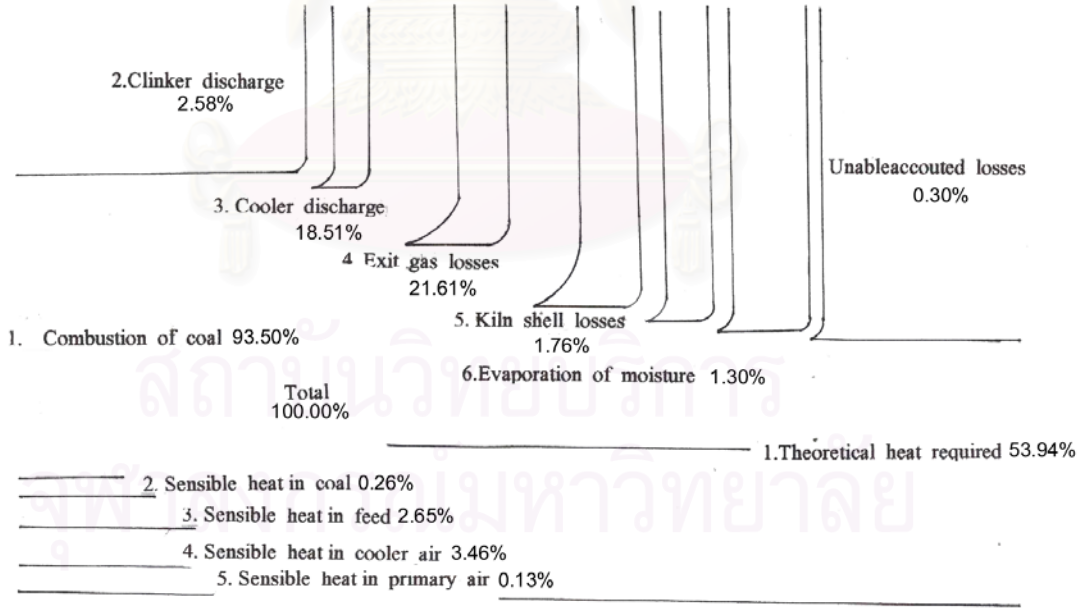


รูปที่ 4.3 Sankey Diagram พลังงานความร้อน Line การผลิตที่ 2

ตารางที่ 4.7 สรุปการใช้พลังงานความร้อนของ Line การผลิตที่ 3

Heat input	$Kcal/Kg_{CL}$	Percent	Heat output	$Kcal/Kg_{CL}$	Percent
1. Combustion of coal	737.32	93.50	1.Theoretical heat required	425.33	53.94
2. Sensible heat in coal	2.06	0.26	2.Clinker discharge	20.35	2.58
3. Sensible heat in feed	20.93	2.65	3. Cooler discharge	145.98	18.51
4. Sensible heat in cooler air	27.25	3.46	4. Exit gas losses	170.43	21.61
5. Sensible heat in primary air	0.99	0.13	5. Kiln shell losses	13.89	1.76
			6.Evaporation of moisture	10.22	1.30
			Unaccounted losses	2.35	0.30
Total	788.55	100.00	Total	788.55	100.00

Note : Unaccounted losses are calculated by diffrence to make the two sides equal



รูปที่ 4.4 Sankey Diagram พลังงานความร้อน Line การผลิตที่ 3

จากการตรวจสอบปริมาณการใช้พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์โดยการทำสมดุลยความร้อนนั้นทำให้ทราบว่าปริมาณความร้อนที่ใช้ในกระบวนการ ทำให้เกิดสารประกอบซีเมนต์ Cement Compound นั้นใช้ปริมาณความร้อนประมาณ 50-60 % ของปริมาณความร้อนทั้งหมดเท่านั้น ดังนั้นปริมาณความร้อนที่เหลือจึงควรนำไปใช้ประโยชน์ให้มากที่สุดโดยนำไปใช้ในกระบวนการผลิตในส่วนอื่น และจากการทำสมดุลยความร้อนทั้ง 3 line การผลิตในส่วนปริมารความร้อนด้านออกของหัวข้อ Heat loss with kiln exit gas โดย $Q_{excees\ air}$ จะเป็นสิ่งที่บ่งบอกให้ทราบว่าค่าปริมาณความร้อนที่สูญเสียไปกับอากาศที่เข้ามาในระบบ มีมากน้อยเพียงใด โดย line การผลิตที่ 1 จะสูญเสียปริมาณความร้อนส่วนนี้เท่ากับ 30.40 Kcal / Kg_{CL} ในส่วนของ line การผลิตที่ 2 จะสูญเสียปริมาณความร้อนส่วนนี้เท่ากับ 45.98 Kcal / Kg_{CL} และในส่วนของ line การผลิตที่ 3 จะสูญเสียปริมาณความร้อนส่วนนี้เท่ากับ 59.12 Kcal / Kg_{CL} จะเห็นได้ว่าเป็นการสูญเสียปริมาณความร้อนที่สูงมากถ้าจะนำไปเปรียบเทียบกับความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับ Heat loss with clinker at cooler discharge และ Heat loss by radiation on kiln shell ค่าปริมาณความร้อนที่สูญเสียไปกับอากาศที่เข้ามาในระบบจะสามารถประเมินเป็นค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปในเดือนสิงหาคม 2542 ได้ดังตาราง 4.7 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 ความสูญเสียที่เกิดจากค่าปริมาณความร้อนที่สูญเสียไปกับอากาศที่เข้ามาในระบบ

Line การผลิตที่	ปริมาณ $Q_{excees\ air}$ (Kcal / Kg_{CL})	ประเมินเป็นความสูญเสียได้ (Baht)
1	30.40	1,311,363
2	45.98	1,843,418
3	59.12	1,962,977

รายละเอียดข้อมูลจะแสดงในภาคผนวก ข., หน้า 225

จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าค่าปริมาณความร้อนที่สูญเสียไปกับอากาศที่เข้ามาในระบบนั้นเป็นค่าใช้จ่ายที่สูง แต่ปริมาณความร้อนที่สูญเสียไปกับอากาศที่เข้ามาในระบบนั้นจะสามารถทำการปรับปรุงแก้ไขได้โดยการสำรวจตรวจสอบจุดที่ทำให้เกิดการรั่วไหลของอากาศที่เข้าสู่ระบบและดำเนินการแก้ไขจุดรั่วไหลของอากาศนั้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าถ้ามีระบบตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานที่ดี และระบบการติดตามผลการแก้ไขที่ดีแล้วก็จะสามารถลดความสูญเสียให้น้อยลงได้ และควรมีการนำความร้อนที่เกิดขึ้นไปทำการใช้อย่างหลากหลายโดยเฉพาะในส่วนของ Radiation kiln shell ซึ่งเป็นความร้อนที่ออกสู่บรรยากาศโดยตรง จากค่าปริมาณความร้อนด้านเข้าจะพบว่าโดยส่วนใหญ่นั้นเกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้เพื่อเกิดความร้อนดังนั้นถ้ามีการใช้เชื้อเพลิงที่ให้ปริมาณความร้อนสูงก็จะส่งผลให้ได้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตที่สูงตามไปด้วยเช่นกัน

การวิเคราะห์ระบบต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน

ระบบต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตเกิดจาก

1.1 พลังงานความร้อนจากถ่านหิน

ค่าใช่จ่ายพลังงานความร้อนจากถ่านหิน เกิดจาก

ปริมาณการใช้ถ่านหิน X ราคาถ่านหินต่อตัน (1,050 บาท/ตัน)

ราคาถ่านหินต่อตันเกิดจาก

1. ราคาขายถ่านหินต่อตันรวมภาษีแล้ว = 910 บาท/ตัน
2. ค่าขนส่ง = 140 บาท/ตัน

ที่มา : ราคาถ่านหิน ฝ่ายบัญชี บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

1.2 พลังงานความร้อนจากน้ำมันเตา

ปริมาณน้ำมันเตาที่ใช้ X ราคาน้ำมันเตาต่อลิตร (4 บาท/ลิตร)

ที่มา : ราคาน้ำมันเตา ฝ่ายบัญชี บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตัวอย่าง</u> ต้นทุนของค่าใช้จ่ายจากกพลังงานความร้อนในเดือน มกราคม 2541 มีดังนี้

ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พลังงานความร้อนจากถ่านหิน

ปริมาณการใช้ถ่านหิน X ราคาถ่านหินต่อตัน (1,050 บาท/ตัน)

= 66,450 X 1050 = 69,772,500

ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พลังงานความร้อนจากน้ำมันเตา

ปริมาณน้ำมันเตาที่ใช้ X ราคาน้ำมันเตาต่อลิตร (4 บาท/ลิตร)

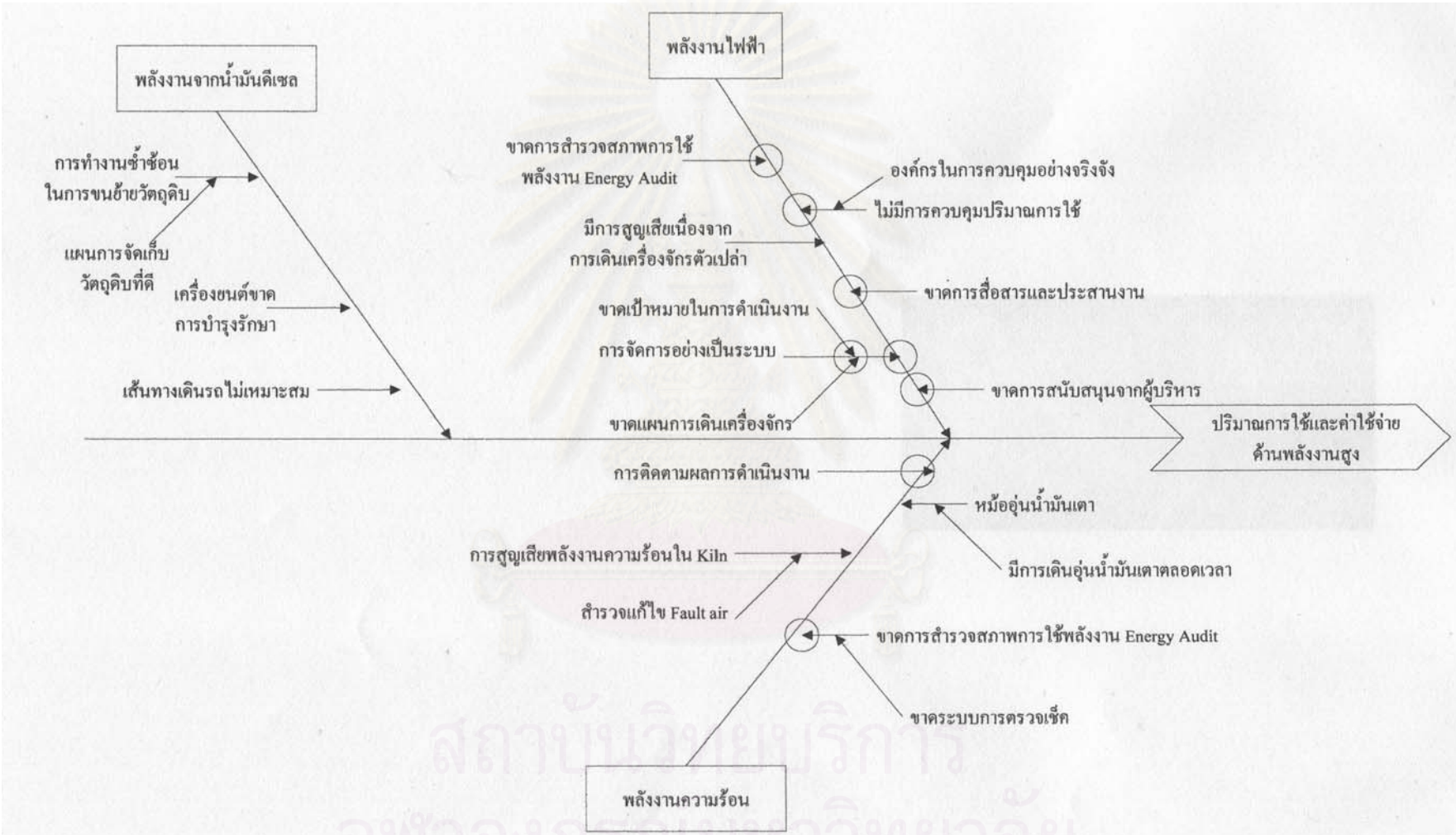
= 1,418,520 X 4 = 5,674,080

ดังนั้นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานความร้อนทั้งหมดในกระบวนการผลิตจะมีค่าเท่ากับ

= 69,772,500 + 5,674,080 = 75,446,580 บาท

4.3 วิเคราะห์สาเหตุของความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้น

จากการตรวจสอบปริมาณการใช้พลังงานและวิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายด้าน พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์นั้นทำให้ทราบว่าการจัดการด้านพลังงานที่ผ่านมายังคงไม่ได้เข้าถึงระบบการจัดการในกระบวนการผลิตอย่างแท้จริง ทำให้ยังคงมีปริมาณการใช้พลังงานอย่างมากซึ่งจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูง และยังคงมีสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องทำการปรับปรุงโดยควรมุ่งเน้นเข้าไปดำเนินการจัดการในกระบวนการผลิต (Procress Improvement) ที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นส่วนที่มีการพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุความสูญเสียด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นโดยใช้ Cause and effect diagram ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.5 แผนภูมิวิเคราะห์สาเหตุค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนภูมิ Cause and effect diagram ทำให้สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาการขาดการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง
2. การขาดแผนการเดินเครื่องจักร
3. การขาดเป้าหมายในการดำเนินงาน
4. องค์กรการจัดการพลังงานที่ตั้งขึ้นนั้นเป็นองค์กรขนาดเล็กไม่สามารถดำเนินงานได้เข้าถึงในทุกส่วนของกระบวนการผลิต
5. การขาดการสำรวจสภาพการใช้พลังงานอย่างจริงจัง
6. การขาดระบบการสื่อสารและประสานงานที่ดี
7. ไม่มีระบบการติดตามผลการดำเนินงาน
8. ไม่มีการส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มย่อยและข้อเสนอแนะด้านพลังงาน

การจัดการด้านพลังงานควรที่จะได้รับการสนับสนุนและส่งเสริมจากผู้บริหารระดับสูงเพื่อที่จะดำเนินการวางนโยบายการจัดการพลังงานและเพื่อแสดงว่าทางบริษัทฯ จะดำเนินการในเรื่องดังกล่าวอย่างจริงจัง ซึ่งจะส่งผลให้พนักงานในระดับต่าง ๆ มีความเข้าใจและตั้งใจที่จะดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ การขาดการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงนั้นจะส่งผลให้พนักงานขาดความมั่นใจในสิ่งที่ดำเนินการลงไป และไม่แน่ใจว่าสิ่งที่ทำไปดังกล่าวนั้นจะได้รับผลตอบแทนในลักษณะใด ทำให้การดำเนินการในเรื่องต่าง ๆ มีความล่าช้าและความตั้งใจในการทำงานลดน้อยลง ดังนั้น องค์กรการจัดการพลังงานที่เกิดขึ้นจึ่งควรที่จะได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงอย่างเป็นทางการเพื่อที่จะให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างแท้จริง

การขาดแผนการจัดการพลังงานในการกำหนดแนวทางการเดินเครื่องจักรที่เป็นรูปธรรม แผนกำหนดแนวทางการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตควรจะมีเป้าหมาย และแนวทางการเดินเครื่องจักรที่แน่นอนและแผนการดำเนินงานควรสอดคล้องกับค่าใช้จ่ายในส่วนต่าง ๆ เช่น การคิดราคาค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าจากทางการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแห่งประเทศไทย การขาดแนวทางกำหนดการเดินเครื่องจักรจะส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานอย่างสูงเพราะจะทำให้มีปริมาณการใช้พลังงานที่มากอย่างไม่มีประสิทธิภาพ และมีปริมาณการใช้พลังงานอย่างไม่แน่นอนในกระบวนการผลิต การกำหนดแนวทางการเดินเครื่องจักรจะเป็นตัวกำหนดปริมาณการใช้พลังงานต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น ถ้ามีการกำหนดแนวทางการเดิน เครื่องจักรที่ดีแล้วค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากส่วนนี้จะสามารถลดลงได้อย่างเห็นได้ชัด และการกำหนดแนวทางการเดินเครื่องจักรนั้นเป็น

แผนงานที่ง่ายสามารถกระทำได้ทันที แต่ทั้งควรจะไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตที่ได้รับจากการแนวทางการเดินเครื่องจักรนั้นด้วย

การขาดเป้าหมายในการกำหนดถึงการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นเพื่อที่ให้ในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิตมีเป้าหมายและนำไปดำเนินการปฏิบัติให้บรรลุผลได้ การกำหนดเป้าหมายนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการวางแผนดำเนินการให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในระบบการจัดการพลังงานที่ดีจึงต้องมีการกำหนดเป้าหมายเพื่อที่จะเป็นแนวทางดำเนินการปฏิบัติให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่อไป

การปรับปรุงเกี่ยวกับองค์กรการจัดการพลังงาน เนื่องจากองค์กรดำเนินงานในช่วงแรกนั้นเป็นองค์กรขนาดเล็กไม่สามารถดำเนินงานได้ทั่วถึงในทุกส่วนของกระบวนการผลิต ควรต้องดำเนินการให้มีการปรับปรุงองค์กรให้ครอบคลุมทั่วถึงในทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง องค์กรที่ปรับปรุงจะมีหน้าที่ในการดำเนินแผนงานให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่วางไว้ องค์กรการจัดการด้านพลังงานนั้นควรจะวางแผนดำเนินงานโดยมุ่งเข้าสู่ การจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิต (Process Improvement) ให้มากขึ้น ซึ่งในกระบวนการผลิตนี้ จะมีส่วนที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่าย ด้านพลังงานในปริมาณที่สูงอย่างแท้จริง องค์กรที่ควรปรับปรุงนั้นในส่วนแต่ละองค์กรย่อยควรจะมีบุคคลากรที่มีความรู้เกี่ยวกับแต่ละส่วนของกระบวนการผลิตที่จะดำเนินการจัดการในส่วนนั้น ๆ รวมอยู่ด้วย เพื่อที่จะทำการปรับปรุงหรือแก้ปัญหาในส่วนของกระบวนการผลิตที่ตนดูแลอยู่นั้นได้ถูกต้อง

การปรับปรุงเกี่ยวกับการตรวจสอบการใช้พลังงาน การตรวจสอบการใช้ พลังงานในกระบวนการผลิตทั้งนี้เนื่องจากการดำเนินการจัดการพลังงานที่ผ่านมานั้นยังไม่มีการทำการตรวจสอบในส่วนของกระบวนการผลิตอย่างจริงจังจะทำการตรวจสอบก็แต่เพียงในส่วนของการประหยัดพลังงานในพื้นที่เท่านั้น เช่น การควบคุมการปิดเปิดหลอดไฟฟ้าและ เครื่องปรับอากาศ การตรวจเช็คการรั่วของลมและน้ำ เป็นต้น และอีกทั้งยังไม่มีรูปแบบเอกสารในการตรวจสอบที่เป็นทางการทำให้เกิดการจำแนกข้อมูลได้ยากและไม่ทราบถึงผลการดำเนินการแก้ไขที่ได้ทำการตรวจสอบไปแล้ว ดังนั้นจึงควรที่จะมีการจัดตั้งคณะทำงานเข้ามาทำการตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานในระดับโรงงาน (Plant Surveys) เพื่อที่จะได้ข้อมูลความสูญเสียของพลังงานในกระบวนการผลิตที่แท้จริง เพื่อจะได้หาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป และควรมีการปรับปรุงรูปแบบของเอกสารในการตรวจสอบการใช้พลังงานให้ดีขึ้นต่อไป

การปรับปรุงเกี่ยวกับการสื่อสารประสานงาน การสื่อสารและประสานงานที่ดีนั้นจะช่วยส่งผลให้เกิดความเข้าใจและช่วยให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ได้ดี การขาดการสื่อสารและประสานที่ดีจะทำให้เกิดการสูญเสียทางด้านต่าง ๆ มากมาย การสื่อสารและประสานงานด้านการจัดการพลังงานที่ดีจะเกี่ยวข้องอย่างสำคัญกับค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเกิดขึ้นทั้งนี้เนื่องมาจาก เช่น ในขณะที่ทำการเดิน เครื่องจักรในกระบวนการผลิตโดยรวมอยู่นั้น ยังไม่สามารถบ่งบอกได้ถึงค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในขณะนั้นได้ ทำให้ในการเดินเครื่องจักรขึ้นในแต่ละส่วน การผลิตที่เกิดขึ้น จะส่งผลให้ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเปลี่ยนแปลงไปทำให้ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดไม่สม่ำเสมอ จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่สูงและไม่สามารถใช้พลังงานได้คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไป

การไม่มีการติดตามผลการดำเนินงานจะทำให้ปัญหาต่าง ๆ ที่ได้ตรวจพบหรืออยู่ในระหว่างการแก้ไขถูกละเลยเนื่องจากไม่มีการติดตามผลการดำเนินงาน การดำเนินการในการประหยัดพลังงานในแต่ละส่วนขององค์กรนั้นควรจะต้องมีการติดตามผลที่ได้ดำเนินการไปโดยการประชุมรับทราบและติดตามผลการดำเนินงานอยู่เสมอเพื่อที่จะเป็นการช่วยผลักดันให้เกิดผลสำเร็จจากการประหยัดพลังงานนั้น ๆ ในการจัดการด้านพลังงานที่ผ่านมานั้นมีการประชุมรับทราบปัญหา สาเหตุที่เกิดขึ้น และติดตามผลการดำเนินงานในส่วนนี้น้อยมาก มีผลงานที่เกิดขึ้นน้อย และมีความล่าช้าในการดำเนินงานเกิดขึ้น

การส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มและข้อเสนอแนะด้านพลังงาน โดยทั้งนี้ควรมีการสนับสนุนส่งเสริมให้มีกิจกรรมกลุ่มย่อยและการจัดทำข้อเสนอแนะเข้ามามีส่วนร่วมในการช่วยควบคุมดูแลเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานจากผลงานของกิจกรรมกลุ่มย่อยต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจาก
เมื่อต้นปี 2542 ที่ผ่านมาทางบริษัทฯ ได้มีการจัดทำกิจกรรมกลุ่มคุณภาพและข้อเสนอแนะเกิดขึ้น ณ ปัจจุบันนี้มีกลุ่มกิจกรรมอยู่มากในส่วนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิต ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงานมาเป็นหัวข้อในการดำเนินกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในอนาคตซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่สูงนี้ได้

บทที่ 5.

การปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิต

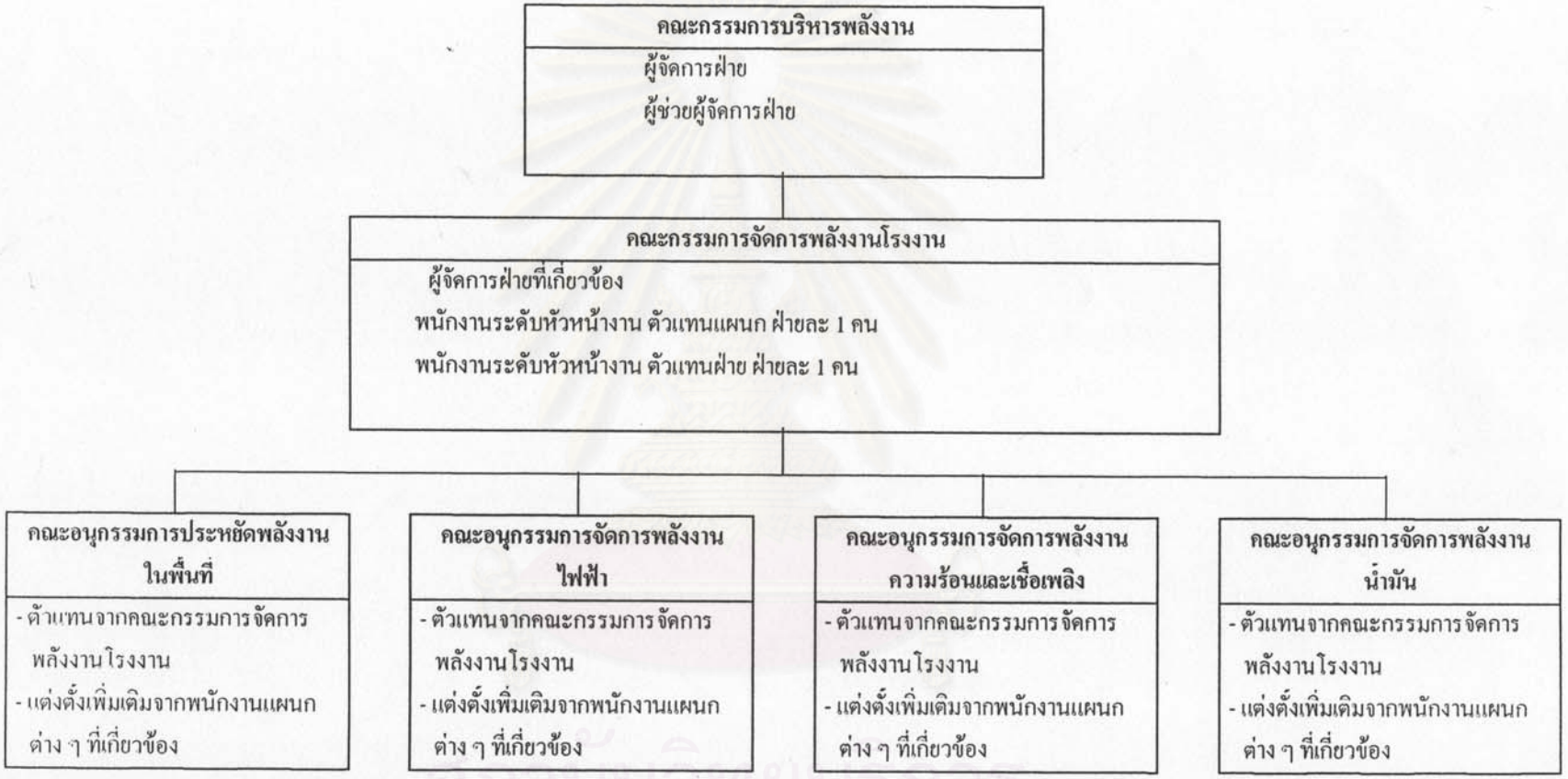
จากการที่ได้ศึกษาสภาพการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์ที่เกิดขึ้น และพบว่ามีปัญหาอันเนื่องมาจากองค์กรที่ได้ดำเนินการจัดตั้งขึ้นมานั้นยังไม่สามารถเข้าไปดำเนินการในการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตได้อย่างแท้จริง ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงเพื่อที่จะดำเนินการแก้ไข เพื่อให้เกิดการจัดการด้านพลังงานที่ดีและเข้าไปดำเนินการถึงในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายหลักด้านพลังงาน และจากการที่ได้ศึกษาถึงสภาพปัญหาการจัดการด้านพลังงานในปัจจุบันและได้ทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาความสูญเสียอันเนื่องมาจากการจัดการพลังงาน ดังนั้นจึงได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดย

(1) การปรับปรุงองค์กรการจัดการด้านพลังงาน
(2) การพัฒนาและเผยแพร่นโยบายพลังงาน
(3) การจัดทำแผนงานหลักในดำเนินการประหยัดพลังงาน
(4) การวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต
(5) การกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต
(6) การจัดระบบการสำรวจและประเมินผลการใช้พลังงาน
(7) การปรับปรุงเกี่ยวกับระบบการสื่อสาร
(8) การจัดระบบติดตามการดำเนินงาน
(9) การส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มย่อยและข้อเสนอแนะด้านพลังงาน

5.1 การปรับปรุงองค์กรการจัดการด้านพลังงาน

องค์กรการจัดการพลังงานที่เกิดขึ้นในปัจจุบันนั้นจะมีลักษณะขององค์กรดังที่ได้แสดงไว้รูปที่ 5.1 ต่อไปนี้ โดยองค์กรการจัดการด้านพลังงานเกิดขึ้นโดยได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

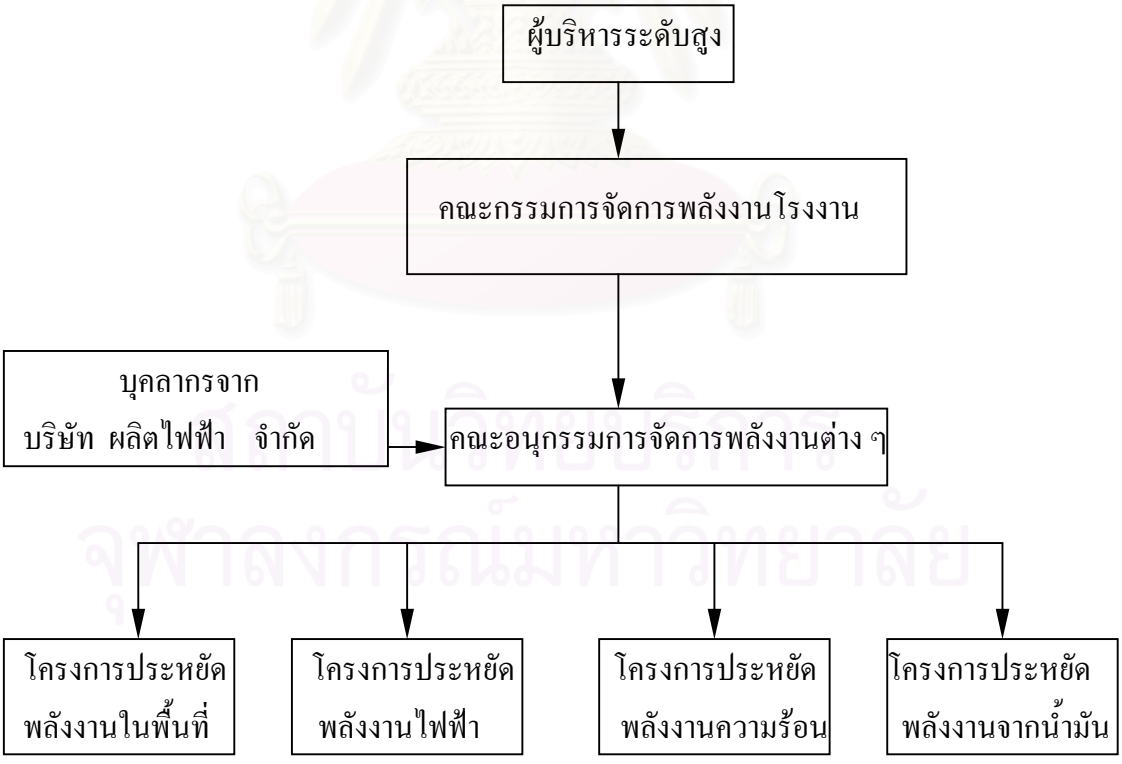
1. คณะกรรมการบริหารพลังงาน
2. คณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงาน
3. คณะอนุกรรมการต่าง ๆ ซึ่งจะประกอบด้วย คณะอนุกรรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า คณะอนุกรรมการจัดการพลังงานความร้อน คณะอนุกรรมการจัดการพลังงานจากน้ำมัน และคณะอนุกรรมการจัดการพลังงานในพื้นที่



รูปที่ 5.1 องค์กรการจัดการด้านพลังงานก่อนทำการปรับปรุง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สภาพการดำเนินงานขององค์กรการจัดการพลังงานก่อนทำการปรับปรุงนั้น จากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่าคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานจะเป็นผู้กำหนดให้คณะอนุกรรมการจัดการพลังงานต่าง ๆ ดำเนินการคิดจัดทำโครงการประหยัดพลังงานขึ้นในลักษณะตามการใช้พลังงานในแต่ละ รูปแบบตามแต่ความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ที่ใช้พลังงานนั้น ๆ จากนั้นให้ทำการนำเสนอแนวทางการจัดทำโครงการและนำไปทดลองปฏิบัติเพื่อให้เกิดผลการประหยัดพลังงานขึ้น โดยทั้งนี้ผลการดำเนินงานที่เกิดขึ้นขององค์กรการจัดการพลังงานนี้จะเป็นผลงานที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมโครงการประหยัดพลังงานของคณะอนุกรรมการจัดการพลังงานต่าง ๆ ทั้งสิ้น โดยทั้งนี้คณะอนุกรรมการต่าง ๆ นั้นจะได้รับความร่วมมือและแนวทางในการดำเนินงานจาก บริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด โดยการกำหนดให้ตัวแทนคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานซึ่งทำหน้าที่อยู่เป็นส่วนหนึ่งของคณะอนุกรรมการจัดการพลังงานต่าง ๆ จะเป็นบุคลากรของบริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด เข้ามาช่วยดำเนินการในส่วนนี้ ในส่วนของคณะกรรมการบริหารพลังงานจะเป็นเพียงผู้ที่คอยควบคุมการดำเนินงานไม่ให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการผลิต และทำหน้าที่ในการรายงานผลการดำเนินงานขององค์กรการจัดการด้านพลังงานต่อผู้บริหารระดับสูง ดังนั้นกระบวนการทำกิจกรรมโครงการประหยัดพลังงานจะมีลักษณะดังรูปที่ 5.2 ต่อไปนี้



รูปที่ 5.2 กระบวนการดำเนินงานขององค์กรการจัดการด้านพลังงานก่อนทำการปรับปรุง

การดำเนินงานที่เกิดขึ้นของคณะอนุกรรมการจัดการด้านพลังงานต่าง ๆ นั้น ตัวแทนจากบริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด จะเข้ามามีบทบาทอย่างมากในการดำเนินการโดยจะทำหน้าที่เป็นตัวแทนคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงาน และจะผู้กำหนดแนวทางในการดำเนินกิจกรรมโครงการประหยัดพลังงาน โดยในขั้นแรกของการดำเนินกิจกรรมโครงการประหยัดพลังงานนี้ จะเป็นการสำรวจและรณรงค์ประชาสัมพันธ์กิจกรรมประหยัดพลังงานต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นให้พนักงานได้ทราบ ซึ่งกิจกรรมที่จะดำเนินการดังกล่าวจะเป็นกิจกรรมที่สามารถจะทำได้ง่าย และปรากฏเห็นได้ชัดเจน จากการศึกษาพบว่าผลการดำเนินงานขององค์กรการจัดการด้านพลังงานก่อนทำการปรับปรุงที่เกิดขึ้น ซึ่งผลงานของกิจกรรมโครงการประหยัดพลังงานต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการนั้นได้ผลดังตารางที่ 5.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ผลการดำเนินงานของคณะอนุกรรมการต่าง ๆ ก่อนทำการปรับปรุง

โครงการประหยัดพลังงาน	ประสบความสำเร็จ	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	ไม่ประสบความสำเร็จ
โครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	4	3	1
โครงการประหยัดพลังงานความร้อน	-	2	3
โครงการประหยัดพลังงานน้ำมัน	6	-	-
โครงการประหยัดพลังงานในพื้นที่	1	1	-

รายละเอียดผลการดำเนินงานแสดงอยู่ในตาราง ค-1 ในภาคผนวก ค., หน้า 227

จากผลการดำเนินงานของคณะอนุกรรมการจัดการพลังงานต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้นทำให้ทราบได้ว่าผลการดำเนินงานที่เกิดขึ้นขององค์กรการจัดการด้านพลังงานก่อนทำการปรับปรุงนั้นประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง โดยโครงการที่ประสบความสำเร็จส่วนใหญ่จะเป็นโครงการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ ขอความร่วมมือจากพนักงาน และฝึกอบรมพนักงานในส่วนของบำรุงรักษาและดูแลเบื้องต้น (Inhouse Saving) เพื่อระบุแหล่งที่มาของการสูญเสียพลังงานที่ปรากฏเห็นได้ชัดเจน เช่น การรณรงค์ปิดไฟที่ไม่จำเป็นในส่วนของอาคารสถานที่ การตรวจเช็คการรั่วไหลของลมและน้ำ เป็นต้น ในส่วนของการให้ความรู้และฝึกอบรมพนักงานนั้นยังคงไม่มีแผนงานที่เป็นรูปธรรมแต่จะเป็นการให้ความรู้และฝึกอบรมภายในหน่วยงานกันเองเป็นส่วนใหญ่เท่านั้น ในส่วนของกิจกรรมโครงการจัดการพลังงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานทั้งหมด โดยจะยังคงมีโครงการที่อยู่ในระหว่างดำเนินการและยังไม่ประสบผลสำเร็จเป็นส่วนใหญ่ จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวทำให้ทราบว่าผลการดำเนินงาน

ขององค์กรการจัดการพลังงานที่เกิดขึ้นยังไม่สามารถเข้าไปดำเนินการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นได้อย่างแท้จริง ทั้งนี้เนื่องมาจาก

1) องค์กรที่เกิดขึ้นยังไม่สามารถเข้าถึงในทุกส่วนของกระบวนการผลิต
2) คณะอนุกรรมการที่เกิดขึ้นบางส่วนยังไม่สามารถดำเนินงานได้ด้วยตนเอง
3) องค์กรยังไม่สามารถผลักดันให้เกิดกิจกรรมการประหยัดพลังงานทั่วทั้งองค์กรได้
4) ผู้บริหารระดับกลาง(แผนก) ในส่วนต่าง ๆ ยังไม่เข้ามารวมดำเนินงาน
5) องค์กรดำเนินงานยังไม่เป็นที่ยอมรับและขาดความร่วมมือ

การที่องค์กรที่เกิดขึ้นยังไม่สามารถดำเนินงานได้เข้าถึงทุกส่วนของกระบวนการผลิตทั้งนี้เนื่องจากองค์กรที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเป็นองค์กรที่จัดตั้งขึ้นใหม่ จึงเป็นเพียงองค์กรขนาดเล็กทำให้การดำเนินงานต่าง ๆ ยังคงเป็นแต่เพียงการดำเนินการประหยัดพลังงานในเบื้องต้นเท่านั้นยังไม่เข้าไปดำเนินการในส่วนของกระบวนการผลิตซึ่งเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายหลักทางด้านการใช้พลังงานของโรงงาน การดำเนินงานของคณะอนุกรรมการองค์กรยังไม่เข้าถึงในระดับแผนกของกระบวนการผลิต โดยในแต่ละแผนกของกระบวนการผลิตจะเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นในแผนกของตนโดยตรง ดังนั้น องค์กรจะประสบผลสำเร็จได้มากยิ่งขึ้น จะต้องดำเนินงานให้เข้าถึงในทุก ๆ ส่วนของแผนก และให้แต่ละแผนกทำการรณรงค์ทำการประหยัดการใช้พลังงานในส่วนของตนต่อไป ในส่วนของโครงสร้างของคณะอนุกรรมการองค์กรในส่วนของการแต่งตั้งเพิ่มเติมจากพนักงานแผนกที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษาพบว่าการดำเนินงานในส่วนของคณะอนุกรรมการพนักงานที่แต่งตั้งเพิ่มเติมนี้ยังไม่มีการดำเนินงานครบในทุก ๆ ส่วนของกระบวนการผลิต พนักงานที่แต่งตั้งเพิ่มนี้เป็นเพียงพนักงานที่ได้รับมอบหมายให้เข้ามาร่วมดำเนินการเท่านั้นและมาจากแต่ละส่วนของกระบวนการผลิตซึ่งจะมีบางส่วนที่เกี่ยวข้องกัน และบางส่วนไม่เกี่ยวข้องกันเลย การศึกษาและปรับปรุงแก้ไขการประหยัดพลังงานในกระบวนการผลิตจึงไม่สามารถกระทำได้อย่างเป็นรูปธรรม

องค์กรในปัจจุบันบางส่วนยังไม่สามารถดำเนินงานได้ด้วยตนเอง โดยการดำเนินงานขององค์กรในปัจจุบันช่วงเริ่มแรก ยังคงได้รับการสนับสนุนช่วยเหลือในการดำเนินงานจาก บริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด และเมื่อบริษัทฯ ได้ดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้ พลังงานเบื้องต้น (Preliminary Audit) เสร็จบุคลากรจึงถูกส่งกลับ ทำให้การดำเนินงานขององค์กรในบางส่วนหยุดชะงักไม่มีการผลักดันให้ดำเนินงานต่อไปได้ จากการศึกษาพบว่าในส่วนของคณะกรรมการประหยัดพลังงานความร้อนในช่วงแรกบุคลากรของทาง บริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด ได้ร่วมดำเนินงานกับทางบุคลากรของ บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง ได้ดำเนินการศึกษา โครงการสำรวจ

การใช้พลังงานและโครงการประหยัดพลังงานความร้อนไว้ 5 โครงการโดยมีบุคลากรของ บริษัทผลิตไฟฟ้า จำกัด เป็นหน่วยงานหลักในการดำเนินงาน และเมื่อบุคลากรของทาง บริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด ถูกส่งกลับ ทำให้โครงการที่ได้ดำเนินการไว้บางโครงการไม่มีการดำเนินงานต่อไป ทำให้โครงการที่ได้เริ่มดำเนินงานไว้ทั้งสิ้น 5 โครงการนั้นโครงการต่าง ๆ ดังกล่าวยังไม่มีโครงการใดประสบความสำเร็จ จะมีอยู่เพียง 2 โครงการเท่า-นั้นที่อยู่ในระหว่างดำเนินการ และอีก 3 โครงการไม่มีการดำเนินงานต่อไป ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการที่องค์กรไม่สามารถดำเนินงานเองต่อไปได้นั้น จะทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานขององค์กร

องค์กรยังไม่สามารถผลักดันให้เกิดกิจกรรมการประหยัดพลังงานทั่วทั้งองค์กรได้เนื่องจากองค์กรที่จัดตั้งขึ้นในปัจจุบันนั้นมีวัตถุประสงค์ที่จะต้องการประหยัดพลังงานอย่างกว้าง ๆ การดำเนินงานขององค์กรจะเป็นการรณรงค์การประหยัดพลังงานในเบื้องต้นเท่านั้น โดยการดำเนินงานดังกล่าวจะเป็นการดำเนินงานที่ทำแล้วเห็นผลได้อย่างรวดเร็ว และยังไม่ดำเนินงานเข้าถึงการจัดการในระดับแผนกและในทุก ๆ ส่วนของการผลิต ทำให้ยังไม่สามารถที่จะผลักดันให้เกิดกิจกรรมการประหยัดพลังงานได้ทั่วทั้งองค์กร

ผู้บริหารระดับกลาง (ผู้จัดการแผนก) และระดับต้นในส่วนของกระบวนการผลิตทุก ๆ ส่วนยังไม่เข้าร่วมดำเนินการในองค์กร เนื่องจาก การจัดตั้งองค์กรในปัจจุบันนั้นเป็นการจัดตั้งเพื่อให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 เท่านั้นจึงไม่มีการวางแผนที่จะกำหนดโครงสร้างขององค์กรแต่อย่างใด โครงสร้างองค์กรที่จัดตั้งขึ้นในปัจจุบันจึงเป็นการจัดองค์กรตามลักษณะรูปแบบของการใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากพลังงานที่ใช้เป็นหลัก โดยทั้งนี้ยังไม่มีการคำนึงถึงบุคลากรระดับต่าง ๆ ที่จะเข้ามาดำเนินงานขององค์กรแต่อย่างใด จึงทำให้ไม่มีผู้บริหารระดับกลางและระดับต้นอยู่ในโครงสร้างขององค์กรครบทุกส่วนของกระบวนการผลิต โดยผู้บริหารระดับกลางและระดับต้นจะมีส่วนสำคัญในการดำเนินงานดังนี้ คือ

- ผู้บริหารระดับกลางจะเป็นผู้ผลักดัน ส่งเสริมให้เกิดการดำเนินงานในระดับแผนกและจะเป็นผู้กำหนดเป้าหมายต่าง ๆ ที่จะดำเนินงานให้เป็นผลสำเร็จ
- ผู้บริหารระดับต้นจะเป็นดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายตามที่ผู้บริหารระดับกลางได้กำหนดไว้

จากรูปแบบโครงสร้างองค์กรในปัจจุบันจะพบว่า องค์กรมีผู้บริหารระดับกลางและระดับต้นในส่วนของกระบวนการผลิต มาทำหน้าที่ในส่วนขององค์กรการจัดการด้านพลังงานนั้นเป็นเพียงพนักงานระดับหัวหน้างานที่เป็นแต่เพียงตัวแทนเท่านั้นและไม่ครบในทุกส่วนของกระบวนการผลิต ซึ่งจะส่งผลให้ไม่สามารถผลักดันให้เกิดการดำเนินงานอย่างจริงจังได้

องค์กรดำเนินงานยังไม่เป็นที่ยอมรับและขาดความร่วมมือจากพนักงานบางส่วน จากการที่องค์กรที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมีดำเนินงานโดยใช้บุคลากรจาก บริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด เข้ามาช่วยในการดำเนินงานนั้น ยังไม่เป็นที่ยอมรับจากทุกส่วนของกระบวนการผลิต ทำให้มีการปกปิดข้อมูลต่าง ๆ โดยเฉพาะในเรื่องที่เกี่ยวกับต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานในบางแผนก ทำให้การดำเนินงานเกิดความล้าช้าและไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร

จากปัญหาองค์กรการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องทำการปรับปรุงองค์กรเพื่อให้สามารถที่จะแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันได้อย่างเหมาะสม โดยมีแนวทางในการปรับปรุงโครงสร้างองค์กรดังนี้

ก. โครงสร้างองค์กรควรจะมุ่งเน้นไปในส่วนของดำเนินการจัดการในกระบวนการผลิต (Process Improvement)

ข. องค์กรต้องสามารถดำเนินงานได้ด้วยตนเอง

ค. ผู้บริหารระดับกลาง(แผนก)จะต้องเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร

ง. องค์กรจะต้องเป็นส่วนหนึ่งของคณะกรรมการบริหารการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM)

โครงสร้างองค์กรควรจะมุ่งเน้นไปในส่วนของดำเนินการจัดการในกระบวนการผลิต (Process Improvement) ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้พลังงานหลักและมีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้สูงที่สุด และต้องดำรงรักษาการประหยัดพลังงานและการบำรุงรักษาดูแลเบื้องต้น (Inhouse Saving) ไว้ให้ดำเนินการต่อไป องค์กรที่ดำเนินการปรับปรุงจะต้องได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงและเข้าถึงในส่วนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิต โดย องค์กรจะต้องสามารถการดำเนินงานได้ด้วยตนเอง และโครงสร้างขององค์กรจะมีการแบ่งงานในแต่ละระดับโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

- ส่วนในการบริหาร กำหนดเป้าหมาย และควบคุมติดตามผลงาน
- ส่วนดำเนินงานในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิตและแต่ละพื้นที่เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

ส่วนในการบริหาร กำหนดเป้าหมาย และควบคุมติดตามผลการดำเนินงาน จะเป็นโครงสร้างขององค์กรในส่วนของการบริหาร โครงสร้างขององค์กรส่วนนี้ จะต้องประกอบด้วยผู้บริหารระดับกลางเป็นสมาชิกขององค์กรเพื่อที่จะทำการกำหนดเป้าหมาย ควบคุมและติดตามผลการดำเนินงานตามแผนกที่ดำเนินการผลิตในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์และแต่ละพื้นที่ในส่วนของอาคารสถานที่ด้วย

ส่วนดำเนินงานเพื่อการปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพควรจะต้องมีการจัดแบ่งโครงสร้างองค์กรตามลักษณะของงานที่ทำในแต่ละขั้นตอนและพื้นที่ เนื่องจากในแต่ขั้นตอนของกระบวนการผลิตจะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญและทรัพยากรที่แตกต่างกัน ดังนั้นการดำเนินงานในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิตผู้ที่ทำงานอยู่ภายในแผนกงานนั้น ๆ จึงจะมีความรู้ในการดำเนินงานอย่างแท้จริง และผู้บริหารระดับต้นจะต้องเข้ามาดำเนินงานในส่วนนี้ด้วย เพราะฉะนั้น เพื่อให้การใช้บุคลากรและทรัพยากรที่ต้องการสามารถดำเนินการไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผลการดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด จะต้องมีการแบ่งโครงสร้างในส่วนของการดำเนินงานตามแต่ละแผนกหรือแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตจึงจะเหมาะสม จากการที่โครงสร้างขององค์กรในส่วนของการบริหาร กำหนดเป้าหมาย และควบคุมติดตามผลการดำเนินมีผู้บริหารระดับกลางในแต่ละแผนกเป็นสมาชิกหลักขององค์กรส่วนนี้ จะทำให้เกิดการผลักดันให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างเหมาะสม และได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

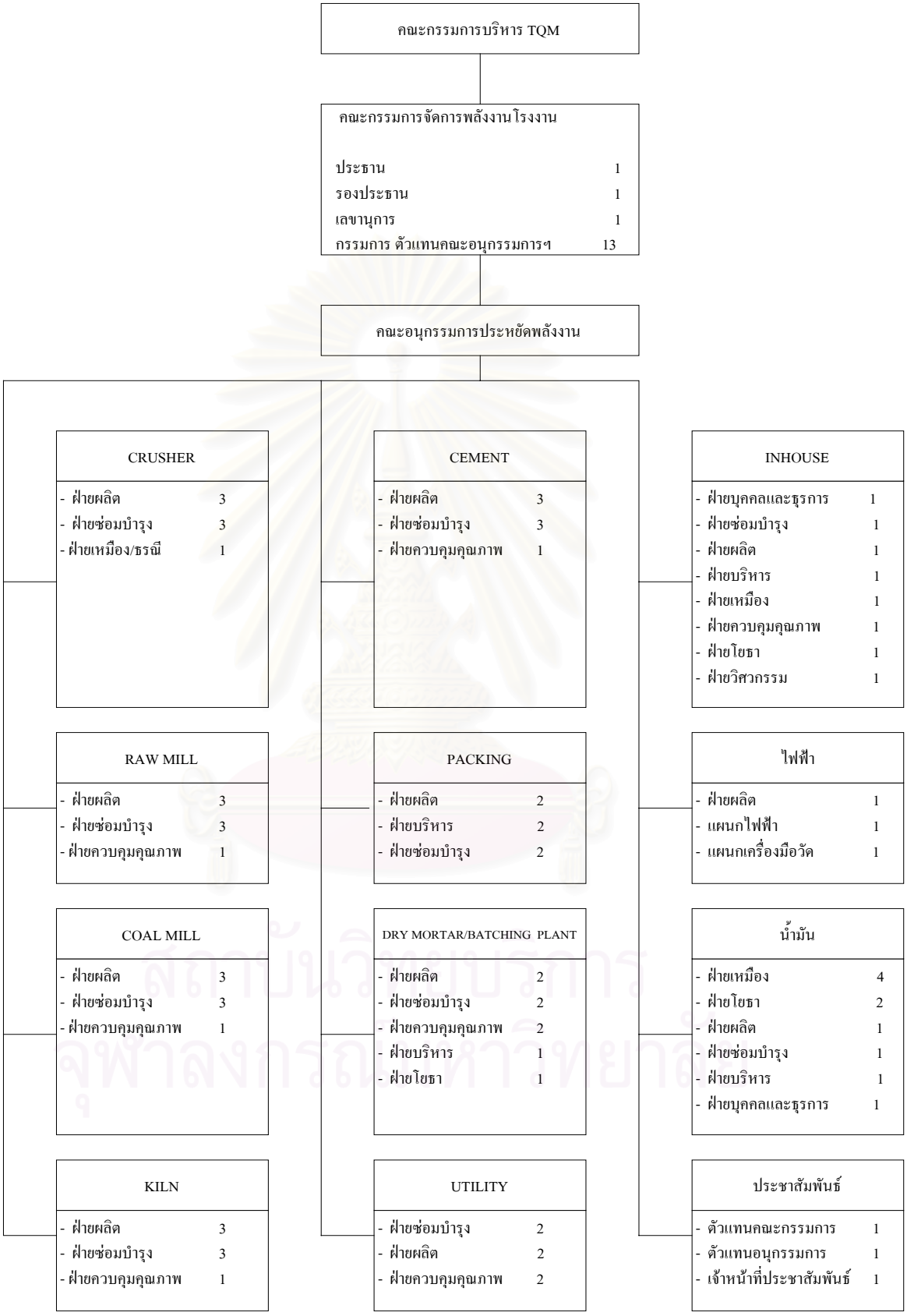
องค์กรที่ทำการปรับปรุงจะต้องสามารถดำเนินงานได้โดยไม่ต้องพึ่งพาผู้อื่น มีผู้บริหารระดับกลางและระดับต้นของโรงงานเป็นสมาชิกอยู่ในโครงสร้างขององค์กร และฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิตมารวมอยู่ในโครงสร้างของคณะอนุกรรมการส่วนเดียวกัน ทั้งนี้ จะส่งผลให้

- พนักงานทุกส่วนเกิดการยอมรับในองค์กรทำให้ไม่มีการปิดบังข้อมูลอีกต่อไป
- พนักงานในแต่ละแผนกและแต่ละส่วนของพื้นที่ให้ความร่วมมือกัน ในการดำเนินงานให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้
- คณะอนุกรรมการองค์กรสามารถดำเนินงานได้ด้วยตนเองและสามารถจัดทำโครงการประหยัดพลังงานในแต่ละแผนกได้เป็นผลสำเร็จ

องค์กรปรับปรุงนี้จะต้องเป็นส่วนหนึ่งของคณะกรรมการบริหารการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) ซึ่งเป็นคณะกรรมการบริหารใหญ่โดยรวมทั้งหมดของบริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง เพื่อให้ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง โดยผู้บริหารระดับสูงมีแนวคิดที่จะนำเอาระบบควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) มาเริ่มต้นใช้ปฏิบัติโดยทั้งนี้ทางบริษัท ฯ ได้เริ่มนำเอาระบบควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) มาใช้ในช่วงต้นปี 2542 ที่ผ่านมา

ดังนั้นโครงสร้างองค์กรที่จะทำการปรับปรุงจึงมีลักษณะดังรูปที่ 5.1 ต่อไปนี้

โครงสร้างคณะกรรมการบริหารจัดการพลังงานโรงงาน
บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง



รูปที่ 5.3 โครงสร้างองค์กรการจัดการด้านพลังงานที่ได้ทำการปรับปรุง

ผลการดำเนินงานหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงองค์กรการจัดการด้านพลังงานจากการศึกษาและเก็บข้อมูลของผลการดำเนินการประหยัดพลังงานของคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานแผนกต่าง ๆ ได้ข้อมูลผลการดำเนินงานดังตารางที่ 5.2 ต่อไปนี้ (ข้อมูลผลการดำเนินงานตั้งแต่เดือน ม.ค 43 ถึง พ.ค 43)

ตารางที่ 5.2 ผลการดำเนินงานของคณะอนุกรรมการต่าง ๆ หลังทำการปรับปรุง

โครงการประหยัดพลังงาน	ผลการดำเนินงาน		โครงการที่สำเร็จจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ (บาท / เดือน)
	ประสบความสำเร็จ	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
โครงการประหยัดพลังงานแผนก Crusher	2	2	740,052
โครงการประหยัดพลังงานหน่วยงาน Raw mill	2	1	112,067
โครงการประหยัดพลังงานหน่วยงาน Coal mill	3	2	241,477
โครงการประหยัดพลังงานแผนก Kiln	3	2	2,339,581
โครงการประหยัดพลังงานหน่วยงาน Cement	5	1	60,056
โครงการประหยัดพลังงานหน่วยงาน Packing	4	2	132,148
โครงการประหยัดพลังงานแผนก Motar	3	5	272,523
โครงการประหยัดพลังงาน Utility	2	-	40,656
โครงการประหยัดพลังงาน Inhouse Saving	2	-	59,701
โครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	1	-	94,297
รวม	27	15	4,092,558

ที่มา รายงานผลการดำเนินงานโครงการจัดการพลังงาน

รายละเอียดการดำเนินงานโครงการจัดการพลังงานและวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการจะแสดงอยู่ในภาค ค., หน้า 228-253

จากข้อมูลทำให้ทราบได้ว่าผลการดำเนินงานขององค์กรการจัดการด้านพลังงานที่ได้จัดทำโครงการประหยัดพลังงานต่าง ๆ นั้นประสบความสำเร็จ สามารถใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์ และลดความสูญเสียด้านพลังงานต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลให้สามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ 4.09 ล้านบาท ซึ่งโครงการประหยัดพลังงานต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้นได้รับความมือจากพนักงานในการดำเนินงานและได้รับการผลักดันให้บรรลุผลสำเร็จจากผู้บริหารระดับกลาง (ผู้จัดการแผนก) เพื่อให้เกิดผลการดำเนินงานที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น

5.2 การพัฒนาและเผยแพร่นโยบายพลังงาน

จากปัญหาการขาดการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง ในการดำเนินการออกนโยบายการจัดการด้านพลังงานเพื่อแนวทางชี้นำการตัดสินใจของพนักงานให้บรรลุเป้าหมายขององค์กรและเป็นแนวทางในการปฏิบัติและเพื่อแสดงว่าทางบริษัท ฯ จะดำเนินการในเรื่องการจัดการด้านพลังงานอย่างจริงจัง ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงโดยการดำเนินการจัดทำนโยบายการจัดการด้านพลังงานเสนอต่อผู้บริหารระดับสูงของบริษัท ฯ เพื่อที่จะยึดถือเป็นแนวทางดำเนินการปฏิบัติให้กับพนักงานทุกระดับของบริษัท ฯ และเพื่อเป็นการแสดงให้พนักงานทราบว่าทางบริษัท ฯ และผู้บริหารระดับสูงนั้นให้การสนันสนุนการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นอย่างจริงจัง ซึ่งการปรับปรุงการพัฒนาและเผยแพร่นโยบายจะมีกระบวนการดังต่อไปนี้

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

5.2.1 กระบวนการนำเสนอพิจารณานโยบาย

นโยบายการจัดการด้านพลังงานที่ได้จัดเตรียมเพื่อนำเสนอผู้บริหารระดับสูงเพื่อทำการอนุมัตินั้น ได้ดำเนินการปรับปรุงโดยดำเนินการให้กรรมการตัวแทนคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานทั้ง 13 ส่วนขององค์กรที่จัดตั้งขึ้นเป็นผู้นำเสนอโครงร่างแนวนโยบาย โดยในการจัดทำแนวนโยบายจะทำการกำหนดให้นโยบายที่จัดทำขึ้นไว้ 3 รูปแบบ ดังต่อไปนี้คือ

แนวนโยบายในลักษณะของนามธรรม
แนวนโยบายในลักษณะเฉพาะ
แนวนโยบายในลักษณะสัมพันธ์

ก. แนวนโยบายในลักษณะของนามธรรม จะเป็นนโยบายที่มีการใช้คำจำกัดความในลักษณะที่เป็นคำขวัญและมุงจูงใจให้ผู้อ่านเกิดการคล้อยตาม ซึ่งแนวนโยบายในลักษณะของนามธรรมที่นำเสนอจะมีลักษณะของดังรูปที่ ค-1 ในภาคผนวก ค., หน้า 254

ข. แนวนโยบายในลักษณะเฉพาะ จะเป็นนโยบายที่บ่งบอกความต้องการของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในการดำเนินงาน ซึ่งแนวนโยบายแบบนี้จะเป็นกำหนดนโยบายให้ตรงกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ในรอบการดำเนินงาน แต่เมื่อเป้าหมายเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้นโยบายนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยแนวนโยบายในลักษณะเฉพาะที่นำเสนอจะมีลักษณะของดังรูปที่ ค-2 ในภาคผนวก ค., หน้า 255

ค. แนวนโยบายในลักษณะสัมพันธ์ จะเป็นแนวนโยบายที่มีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เป็นแนวนโยบายที่บ่งบอกลักษณะของกระบวนการที่จะทำเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ โดยแนวนโยบายในลักษณะสัมพันธ์ที่นำเสนอจะมีลักษณะของดังรูปที่ ค-3 ในภาคผนวกค., หน้า 256

โดยทั้งนี้ได้ดำเนินการให้มีข้อกำหนดหลักเกณฑ์ในการทำโครงร่างแนวนโยบายที่จะนำเสนอเข้าสู่การพิจารณาคัดเลือกโดยคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานดังนี้

- นโยบายที่นำเสนอจะต้องมีเป้าหมายที่เป็นรูปธรรมและสามารถปฏิบัติได้
- นโยบายจะต้องมีแนวทางในการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์
- นโยบายจะต้องสามารถจูงใจให้ปฏิบัติตามได้

ซึ่งจะมีรูปแบบเอกสารที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกและมีระบบการให้คะแนนเพื่อใช้ในการพิจารณาแนวนโยบายโดยกระบวนการพิจารณาคัดเลือกของคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานดังรูปที่ 5.4 ต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารการประเมินโครงร่างนโยบายการบริหารพลังงานบริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

ชื่อ - นามสกุล..... ..... คณะกรรมการ / คณะอนุกรรมการหน่วยงาน .....

หลักเกณฑ์ในการประเมินโครงร่างนโยบาย	คะแนน (1 ถึง 3)		
	โครงร่างนโยบายที่ 1	โครงร่างนโยบายที่ 2	โครงร่างนโยบายที่ 3
1. ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้			
2. สามารถสื่อสารเข้าใจได้ง่าย			
3. สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง			
4. มีแนวทางให้ปฏิบัติ			
5. มีเป้าหมายที่ชัดเจน			
6. การใช้คำที่กระชับไม่ซ้ำซ้อน			
7. ผลกระทบที่ดีที่จะเกิดขึ้นกับองค์กร			
8. มีความมุ่งหมายไปสู่ความสำเร็จ			
9. สร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน			
10. สร้างภาพพจน์อันดีให้กับบริษัท			

หมายเหตุ ห้ามลงคะแนนซ้ำกันในหัวข้อเดียวกัน

.....

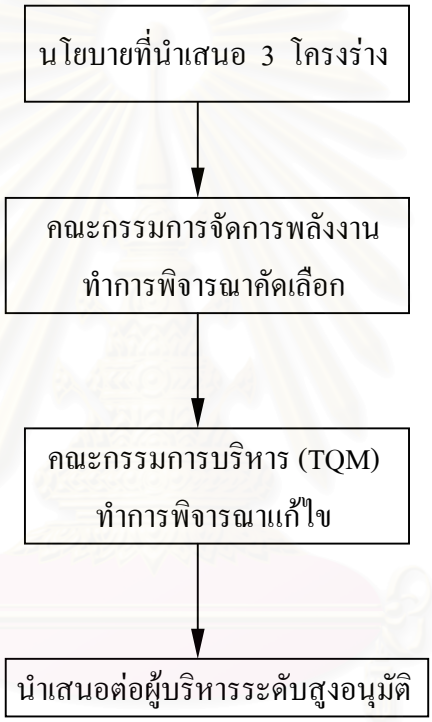
(.....)

รูปที่ 5.4 เอกสารประเมินโครงร่างนโยบายที่ได้จัดทำขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.2 กระบวนการพิจารณาอนุมัตินโยบาย

กระบวนการในการพิจารณาอนุมัตินโยบายที่ได้ดำเนินการปรับปรุงขึ้นจะเป็นกระบวนการคัดเลือก โดยให้คณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานในปัจจุบันเป็นผู้ทำการคัดเลือกจากนโยบายทั้ง 3 นโยบายที่ร่างขึ้นข้างต้น จากนั้นจึงนำเสนอต่อคณะกรรมการบริหาร (TQM) ทำการพิจารณานโยบายที่ทำการคัดเลือกแล้วและทำการแก้ไขนำเสนอต่อผู้บริหารระดับสูงต่อไป ดังนั้นรูปแบบของกระบวนการพิจารณาและอนุมัตินโยบายจึงมีลักษณะดังรูปที่ 5.5 ต่อไปนี้



รูปที่ 5.5 กระบวนการในการนำเสนอพิจารณาอนุมัตินโยบายพลังงาน

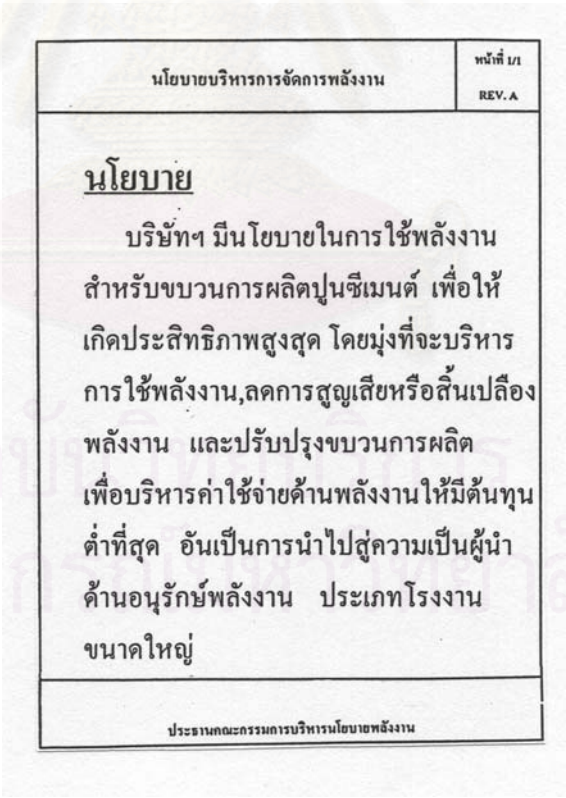
จากการศึกษาพบว่ากระบวนการในการพิจารณาอนุมัตินโยบายที่ทำการคัดเลือกโดยให้คณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานในปัจจุบันเป็นผู้ทำการคัดเลือก โดยใช้เอกสารที่ 5.4 ในการพิจารณาคัดเลือกให้คะแนนโดยโครงร่างนโยบายที่ได้จัดทำขึ้นทั้ง 3 นโยบายซึ่งได้ข้อมูลการให้คะแนนการพิจารณาคัดเลือกดังตารางที่ 5.3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.3 ข้อมูลคะแนนนโยบายที่ได้รับการคัดเลือก

โครงร่างนโยบายที่ทำการคัดเลือก	คะแนนที่ได้
แนวนโยบายในลักษณะของนามธรรม	257
แนวนโยบายในลักษณะเฉพาะ	306
แนวนโยบายในลักษณะสัมพันธ์	337

รายละเอียดการพิจารณาให้คะแนนจะแสดงในภาคผนวก ค., หน้า 257-260

ดังนั้นนโยบายที่ผ่านการพิจารณาคัดเลือก จากคณะกรรมการจัดการด้านพลังงานโรงงานคือ แนวนโยบายในลักษณะสัมพันธ์ จากนั้นจึงได้ทำการนำเสนอโครงร่างแนวนโยบายในลักษณะสัมพันธ์ นี้ต่อคณะกรรมการบริหาร (TQM) ทำการพิจารณาแก้ไขและทำการนำเสนอเพื่อผ่านการอนุมัติจากผู้บริหารระดับสูงเพื่อทำการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่าง ๆ ตามแผนต่อไป ดังนั้นนโยบายการบริหารพลังงานที่ผ่านการอนุมัติแล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 5.6 ต่อไปนี้


นโยบายบริหารการจัดการพลังงาน

หน้าที่ 1/1
REV. A

นโยบาย

บริษัทฯ มีนโยบายในการใช้พลังงานสำหรับขบวนการผลิตปูนซีเมนต์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมุ่งที่จะบริหารการใช้พลังงาน,ลดการสูญเสียหรือสิ้นเปลืองพลังงาน และปรับปรุงขบวนการผลิตเพื่อบริหารค่าใช้จ่ายด้านพลังงานให้มีต้นทุนต่ำที่สุด อันเป็นการนำไปสู่ความเป็นผู้นำด้านอนุรักษ์พลังงาน ประเภทโรงงานขนาดใหญ่

ประธานคณะกรรมการบริหารนโยบายพลังงาน

รูปที่ 5.6 นโยบายการจัดการพลังงานของบริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

5.2.3 กระบวนการในการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์นโยบาย

การเผยแพร่และประชาสัมพันธ์นโยบายการบริหารพลังงาน จะเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้การจัดการด้านพลังงานที่ได้ทำการปรับปรุงสามารถดำเนินงานไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องมีกระบวนการในการรณรงค์ประชาสัมพันธ์เผยแพร่นโยบายเพื่อให้พนักงานภายในบริษัทฯ ทราบถึงความแน่ชัดในการจัดการด้านพลังงานเพื่อให้เกิดการดำเนินงานตามแนวนโยบายการบริหารด้านพลังงานของบริษัทฯ และเพื่อให้พนักงานทุกระดับทราบถึงการที่ผู้บริหารระดับสูงได้ให้การสนับสนุนในการจัดการด้านพลังงานอย่างจริงจัง เพื่อให้เกิดความเข้าใจอันดีและเป็นที่ยอมรับในการร่วมรณรงค์ส่งเสริมให้เกิดการประหยัดพลังงานภายในโรงงานในทุก ๆ ส่วน ดังนั้นจึงได้มีการปรับปรุงโดยดำเนินการให้มี กระบวนการจัดทำแผนงานในการเผยแพร่รณรงค์ประชาสัมพันธ์และจัดทำโครงการฝึกอบรมให้กับพนักงาน โดยการดำเนินการจะกำหนดให้คณะอนุกรรมการประชาสัมพันธ์จัดทำแผนงานประชาสัมพันธ์เสนอเพื่อทำการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์นโยบายการบริหารพลังงาน กิจกรรมประหยัดพลังงานและโครงการฝึกอบรมต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบุคลากรในโรงงานให้มีความคิดและจิตสำนึกในการประหยัดพลังงาน โดยแผนงานการประชาสัมพันธ์และการฝึกอบรมที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะของแผนงานดังรูปที่ 5.7 ต่อไปนี้

5.2.4 การติดตามประเมินผล

การติดตามประเมินผล หลังจากที่ได้ทำการรณรงค์ประชาสัมพันธ์และเผยแพร่นโยบายการบริหารพลังงานที่ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง กิจกรรมการประหยัดพลังงานและโครงการฝึกอบรมต่าง ๆ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและติดตามผลการดำเนินงานที่เกิดขึ้นโดยการทำการสำรวจผลการดำเนินงานและประเมินผลที่เกิดขึ้น โดยการสุ่มตัวอย่างสำรวจพื้นที่ในกระบวนการผลิตและอาคารสำนักงาน จำนวน 18 แห่ง ได้ข้อมูลที่เกิดขึ้นก่อนทำการเผยแพร่นโยบายและหลังจากที่ได้ทำการพัฒนาและเผยแพร่นโยบายแล้ว ดังแสดงในตารางที่ 5.4 ต่อไปนี้ และทำการสำรวจวิธีการปรับปรุงการบำรุงรักษาและดูแลเบื้องต้น (Inhouse Saving) ในพื้นที่กระบวนการผลิตและอาคารสำนักงาน จำนวน 18 แห่ง เช่นกัน เพื่อทำการศึกษาผลการดำเนินที่เกิดขึ้นหลังจากทำการพัฒนาและเผยแพร่นโยบายแล้วจะแสดงในตารางที่ 5.5 ต่อไปนี้

รูปแบบสื่อ	จุดมุ่งหมายการประชาสัมพันธ์	มกราคม					กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม					มิถุนายน				กรกฎาคม					สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม					พฤศจิกายน				ธันวาคม			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4
สื่อสิ่งพิมพ์																																																				
1. หนังสือข่าวภายในองค์กร	ประชาสัมพันธ์กิจกรรมประหยัดพลังงานภายในโรงงาน หรือความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพลังงาน	◄				►	◄			►	◄			►	◄			►	◄				►	◄			►	◄				►	◄			►	◄			►	◄				►	◄			►	◄			►
2. วารสารภายใน	เผยแพร่กิจกรรมประหยัดพลังงาน	◄				►	◄			►	◄			►	◄			►	◄				►	◄			►	◄				►	◄			►	◄			►	◄				►	◄			►	◄			►
3. โปสเตอร์	ประชาสัมพันธ์กิจกรรมประหยัดพลังงานติดบอร์ดประชาสัมพันธ์	◄								►					◄								►					◄								►					◄								►				
สื่อกิจกรรมพิเศษ																																																			
1. ป้ายประกาศ	เผยแพร่ประชาสัมพันธ์นโยบายการบริหารพลังงาน ติดตั้งบริเวณหน้าอาคารต่าง ๆ และสถานที่บันทึกเวลาทำงาน	◄																																																		►
2. ป้ายผ้า	ประชาสัมพันธ์กิจกรรมประหยัดพลังงานที่รณรงค์ขอความร่วมมือจากกลุ่มพนักงาน ติดตั้งบริเวณที่น่าสนใจและสดุดตา										◄			►				►											◄					►															◄				►
3. ป้ายธงญี่ปุ่น	ประชาสัมพันธ์กิจกรรมประหยัดพลังงานที่รณรงค์ปลุกจิตสำนึกและย้ำเตือนพนักงาน ติดตั้งบริเวณที่น่าสนใจและสดุดตา	◄								►										◄				►												◄				►												
โครงการฝึกอบรม																																																			
1. โครงการฝึกอบรมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเบื้องต้น	เพื่อปลุกจิตสำนึกและย้ำเตือนให้พนักงานใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	◄				►																			◄				►																								
2. โครงการฝึกอบรมการบริหารและจัดการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม	เพื่อให้พนักงานเกิดความตระหนักถึงความสูญเสียในด้านการใช้พลังงานและแนวทางในการประหยัดพลังงานในโรงงาน										◄			►														◄				►																				
3. โครงการฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานด้านพลังงานไฟฟ้า	เพื่อให้พนักงานทราบถึงวิธีการในการอนุรักษ์พลังงานด้านพลังงานไฟฟ้า														◄			►														◄			►																		
4. โครงการฝึกอบรมเรื่องพระราชบัญญัติกฎหมายประหยัดพลังงาน	เพื่อให้ทราบถึงความจำเป็นและการให้การสนับสนุนจากภาครัฐและเป็นไปตามกฎหมายในการอนุรักษ์พลังงาน																		◄				►																	◄				►										

รูปที่ 5.7 แผนงานการเผยแพร่รณรงค์ประชาสัมพันธ์ด้านพลังงาน

ตารางที่ 5-4 ผลการสำรวจพื้นที่ตัวอย่างจำนวน 18 แห่ง หลังจากทำการพัฒนาและเผยแพร่นโยบาย

พื้นที่ที่ทำการสำรวจ	จำนวนหลอดไฟแสงสว่างที่ใช้งาน (หลอด)				จำนวนที่พบลมรั่ว (จุด)		จำนวนที่พบน้ำรั่ว (จุด)	
	ก่อนการเผยแพร่นโยบาย		หลังการเผยแพร่นโยบาย		ก่อนการเผยแพร่นโยบาย	หลังการเผยแพร่นโยบาย	ก่อนการเผยแพร่นโยบาย	หลังการเผยแพร่นโยบาย
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน				
CRUSHER 1	14	14	6	14	2	-	1	-
CRUSHER 2	18	18	8	18	2	-	-	-
RAW MILL LINE 1	18	30	14	30	3	-	1	-
RAW MILL LINE 2	24	32	18	32	2	-	1	-
RAW MILL LINE 3	24	32	18	32	1	-	-	-
COAL MILL LINE 1	20	28	16	28	-	-	1	-
COAL MILL LINE 2	20	28	16	28	-	-	-	-
COAL MILL LINE 3	24	34	18	32	-	-	-	-
KILN LINE 1	15	15	12	15	3	-	-	-
KILN LINE 2	15	15	12	15	4	-	1	-
KILN LINE 3	17	17	15	17	4	-	-	-
CEMENT MILL LINE 1	18	24	15	24	3	-	-	-
CEMENT MILL LINE 2	18	24	15	24	4	-	-	-
CEMENT MILL LINE 3	18	24	16	24	3	-	-	-
PACKING LINE 1	30	35	25	35	1	-	-	-
PACKING LINE 2	30	35	25	35	2	-	-	-
อาคาร CCB	144	68	128	68	-	-	2	-
อาคารบริหาร ADMIN	176	22	164	18	-	-	2	-

ที่มา ข้อมูลการสำรวจของผู้วิจัยในเดือน มีนาคม 2543

หมายเหตุ ทำการสำรวจพื้นที่ จำนวน 18 แห่ง บริเวณชั้น Ground floor

ตารางที่ 5-5 ผลการสำรวจการดำเนินงานหลังทำการพัฒนาและเผยแพร่นโยบายในพื้นที่จำนวน 18 แห่ง

พื้นที่ที่ทำการสำรวจ	ผลการสำรวจและติดตามผล				
	A	B	C	D	E
CRUSHER 1		▨	▨		▨
CRUSHER 2		▨	▨		▨
RAW MILL LINE 1	▨	▨	▨		▨
RAW MILL LINE 2	▨	▨	▨		▨
RAW MILL LINE 3	▨	▨	▨		▨
COAL MILL LINE 1	▨	▨	▨		▨
COAL MILL LINE 2	▨	▨	▨		▨
COAL MILL LINE 3	▨	▨	▨		▨
KILN LINE 1	▨	▨	▨		▨
KILN LINE 2	▨	▨	▨		▨
KILN LINE 3	▨	▨	▨		▨
CEMENT MILL LINE 1	▨	▨	▨		▨
CEMENT MILL LINE 2	▨	▨	▨		▨
CEMENT MILL LINE 3	▨	▨	▨		▨
PACKING LINE 1		▨	▨	▨	▨
PACKING LINE 2		▨	▨	▨	▨
อาคาร CCB	▨	▨	▨	▨	
อาคารบริหาร ADMIN	▨	▨	▨	▨	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ

A = การจัดระบบ group switch ไฟแสงสว่าง B = การปิดไฟแสงสว่างเมื่อไม่ใช้งาน

C = การรณรงค์แจ้งข้อมูลเพื่อการประหยัดพลังงาน

D = การรณรงค์การประหยัดและใช้เครื่องปรับอากาศที่ถูกต้อง

E = การสำรวจและแก้ปัญหาเรื่อง น้ำและลมในระบบ

▨ = มีการดำเนินงาน

☐ = ไม่มีการดำเนินงาน

จากข้อมูลผลการสุ่มตัวอย่างสำรวจพื้นที่ ผลที่เกิดขึ้นหลังจากทำการพัฒนาและเผยแพร่นโยบายพบว่ามีการรณรงค์และการให้ความร่วมมือจากพนักงานในการช่วยประหยัดพลังงานเป็นอย่างดี และในส่วนของการบำรุงรักษาและดูแลเบื้องต้น (Inhouse Saving) มีการช่วยบำรุงรักษาและลดความสูญเสียด้านพลังงานได้มากขึ้น อีกทั้งยังมีการปรับปรุงวิธีการประหยัดพลังงานและร่วมรณรงค์ในการประหยัดพลังงานอีกด้วย ผลดีที่เกิดขึ้นหลังจากทำการพัฒนาและเผยแพร่นโยบายจะส่งผลดีต่อการจัดการด้านพลังงาน จากศึกษาและประเมินผลที่ได้พบว่าพื้นที่จำนวน 18 แห่ง ที่ได้ทำการสำรวจมีการเข้าใจถึงกิจกรรมการประหยัดพลังงานและมีการให้ความร่วมมือในการดำเนินการประหยัดพลังงาน ซึ่งจะส่งผลเป็นประโยชน์แก่การจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้น อันจะทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานโดยรวมลงได้

5.2.5 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข

จากการศึกษาและสำรวจประเมินผลการให้ความร่วมมือดำเนินกิจกรรมการประหยัดพลังงานหลังจากที่ได้ทำการรณรงค์ประชาสัมพันธ์และเผยแพร่นโยบายการบริหารพลังงานและโครงการฝึกอบรมด้านพลังงานของผู้วิจัย พบว่ามีปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นคือการไม่เข้ารับการอบรมและการขาดจิตสำนึกของพนักงาน ทั้งนี้เนื่องจากพนักงานในกระบวนการผลิตโดยส่วนใหญ่จะเป็นพนักงานที่ทำงานเป็นกะ ในการจัดพนักงานเข้าทำการฝึกอบรมโดยส่วนใหญ่จะจัดให้พนักงานกะที่ 2 และ 3 (16.00-24.00 น และ 24.00-8.00 น) เข้ารับการอบรม ซึ่งโครงการฝึกอบรมต่าง ๆ จะทำการอบรมในช่วงเวลากลางวัน ทำให้พนักงานบางส่วนไม่เข้ารับการฝึกอบรมเนื่องจากเวลาในการฝึกอบรมนั้นไม่ใช่เวลาในการทำงาน และไม่มีค่าล่วงเวลาในการตอบแทน จึงได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลการมาเข้ารับการฝึกอบรมของพนักงานในช่วงเดือนมกราคม 2543 ได้ข้อมูลดังตารางที่ 5.6 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.6 ผลการสำรวจจำนวนพนักงานที่เข้ารับการฝึกอบรมในเดือน มกราคม 2543

โครงการฝึกอบรมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเบื้องต้น			
วันเวลาในการอบรม	10-14 ม.ค 43	17-21 ม.ค 43	24-28 ม.ค 43
จำนวนพนักงานที่จัด (คน)	82	96	79
จำนวนพนักงานที่เข้าจริง (คน)	54	71	47
เปอร์เซ็นต์ผู้เข้าอบรม (%)	65.85	73.96	59.49

จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นดังกล่าว จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการในการจัดพนักงานเข้าทำการฝึกอบรมโดยการจัดให้พนักงานกะที่ 1 และ 2 (8.00-16.00 น และ 16.00-24.00 น) เท่านั้น ที่จะเข้ารับการฝึกอบรม โดยพนักงานในกะที่ 1 แต่ละคนจะเข้ารับการฝึกอบรมในช่วงเวลาที่ต่างกันเพื่อให้การควบคุมการเดินเครื่องจักรเป็นปกติ ส่วนพนักงานกะที่ 2 จะถูกทำการจัดอบรมต่าง ๆ ในช่วงบ่ายเพื่อที่ให้เมื่อทำการอบรมเสร็จจะสามารถเข้าทำงานได้ตามเวลาปฏิบัติงาน และในส่วนของการขาดจิตสำนึกของพนักงานได้กำหนดแนวทางในการแก้ไขคือการกำหนดให้มีการประเมินผลพนักงานในการเข้าร่วมกิจกรรมกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งการประเมินผลดังกล่าวจะมีผลต่อการขึ้นเงินเดือนประจำปีของพนักงาน

ผลที่ได้รับหลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการในการจัดพนักงานเข้าทำการฝึกอบรมจากการศึกษาได้ทำการสำรวจจำนวนพนักงาน ที่เข้ารับการฝึกอบรมในช่วงเดือน มีนาคม 2543 ได้ข้อมูลดังตารางที่ 5.7 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.7 ผลการสำรวจจำนวนพนักงานที่เข้ารับการฝึกอบรมในเดือน มีนาคม 2543

โครงการฝึกอบรมการบริหารและจัดการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรม			
วันเวลาในการอบรม	6-10 มี.ค 43	13-17 มี.ค 43	20-24 มี.ค 43
จำนวนพนักงานที่จัด (คน)	64	78	85
จำนวนพนักงานที่เข้าจริง (คน)	60	70	77
เปอร์เซ็นต์ผู้เข้าอบรม (%)	93.75	89.74	90.59

จากการปรับปรุงแก้ไขปัญหาการไม่เข้ารับการอบรมและการขาดจิตสำนึกของพนักงานดังกล่าวจากข้อมูลการสำรวจทำให้ทราบได้ว่าแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาประสบความสำเร็จมีพนักงานที่เข้ารับการฝึกอบรมในแต่ละครั้งมากกว่า 80% ของจำนวนผู้เข้าอบรมที่จัดขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 การจัดแผนงานหลักในการดำเนินการประหยัดพลังงาน

แผนการทำงานในการดำเนินการจัดการพลังงานนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญมากของระบบการจัดการด้านพลังงาน เพราะเนื่องจากแผนงานจะเป็นกระบวนการในการกำหนดวัตถุประสงค์ขององค์กร และเป็นสิ่งที่กำหนดแนวทางในการดำเนินกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นและช่วยองค์กรสามารถที่จะบรรลุถึงเป้าหมายได้ การขาดแผนในการดำเนินงานจะทำให้องค์กรการทำงานไม่ทราบว่าจะต้องทำอะไร เมื่อใด เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงวางแผนงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย โดยการจัดแผนงานหลักของคณะกรรมการและอนุกรรมการโดยมีขั้นตอนในการจัดทำแผนงานดังต่อไปนี้

(1) การจัดทำและพิจารณาแผนงาน
(2) การดำเนินการตามแผนงาน
(3) การติดตามผลการดำเนินงานตามแผนงาน

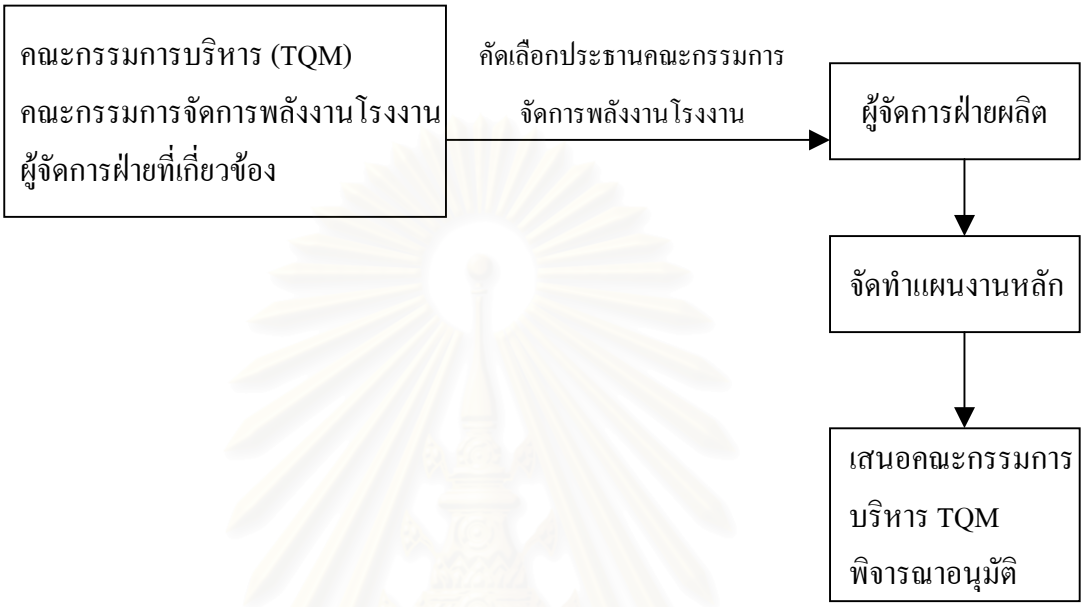
5.3.1 การจัดทำและพิจารณาแผนงาน

การปรับปรุงโดยการจัดทำแผนงานหลักของคณะกรรมการประหยัดพลังงาน จะทำโดยการประชุมกันในส่วนของคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานชุดเดิม (ก่อนการปรับปรุง) ผู้จัดการฝ่ายทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง และคณะกรรมการบริหารการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) จากนั้นที่ประชุมกำหนดให้ ผู้จัดการฝ่ายผลิตเป็นประธานคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงาน และผู้จัดการแผนกไฟฟ้าเป็นรองประธาน และเป็นผู้จัดทำแผนงานหลักนำเสนอจะต่อที่ประชุมพิจารณาต่อไป โดยที่ประชุมกำหนดให้แผนงานหลักเสนอ ต่อคณะกรรมการบริหารการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) ใน เดือนธันวาคม 2542 โดยกำหนดให้ในแผนงานหลักจะต้องมี

โครงการประหยัดพลังงานในแต่ละพื้นที่
การตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ (Energy Audit)
การตรวจประเมินการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต
โครงการฝึกอบรมและประชาสัมพันธ์
โครงการจัดทำข้อเสนอแนะด้านพลังงาน

หลังจากนั้นผู้จัดการฝ่ายผลิตจึงได้จัดทำการร่างแผนงานหลักเสนอต่อที่ประชุมคณะกรรมการบริหารการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) เพื่อพิจารณาอนุมัติต่อไป ดังนั้น

กระบวนการในการจัดทำแผนงานหลักของคณะกรรมการประหยัดพลังงานจะมีลักษณะดังรูปที่ 5.8 ต่อไปนี้



รูปที่ 5.8 กระบวนการจัดทำแผนงานหลักคณะกรรมการจัดการพลังงาน

เมื่อแผนงานหลักผ่านกระบวนการอนุมัติแล้ว แผนงานหลักของคณะกรรมการประหยัดพลังงาน จะเป็นแผนงานที่ช่วยในการดำเนินกิจกรรมการประหยัดพลังงานโดยรวม และสิ่งที่กำหนดว่าจะต้องทำกิจกรรมอะไร ในช่วงเวลาใด โดยยึดเป็นแนวทางปฏิบัติ เพื่อให้ได้ผลงานที่เกิดขึ้นตามเป้าหมายของแผนที่ตั้งไว้ โดยแผนงานหลักของคณะกรรมการประหยัดพลังงานจะแสดงในตารางที่ 5.8 และ แผนงานหลักของคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานประจำแผนกจะเป็นแผนงานที่จัดทำขึ้นเป็นแนวทางปฏิบัติในส่วนของแผนกต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายขององค์กรโดยรวมซึ่งแผนงานหลักของคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานประจำแผนกจะแสดงใน ตารางที่ 5.9 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.8 แผนงานหลักคณะกรรมการประหยัดพลังงานปี 2543

แผนงานหลักคณะกรรมการประหยัดพลังงาน														
ลำดับที่	โครงการ	กรรมการผู้รับผิดชอบ	เป้าหมาย	ปี 2543										
				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	จัดตั้งคณะกรรมการประหยัดพลังงาน	คณะกรรมการ TQM		←	→										
2	จัดตั้งคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงาน	คณะกรรมการ	คณะอนุกรรมการ 13 ชุด	←	→										
3	การจัดทำข้อเสนอแนะด้านการประหยัดพลังงาน	คณะอนุกรรมการ	อนุกรรมการฝ่าย 2 ข้อเสนอแนะ/เดือน อนุกรรมการแผนก 1 ข้อเสนอแนะ/เดือน		←										→
4	การตรวจสอบประเมินการใช้พลังงานในขบวนการผลิต (Energy Consumption Monitoring in Process)	คณะอนุกรรมการฝ่ายผลิต	ตามเป้าหมายที่กำหนด		←										→
5	การตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ (Energy Audit)	คณะอนุกรรมการฝ่ายบริหาร	พื้นที่ละ 2 ครั้ง/ปี		↔		↔		↔		↔		↔		↔
6	การตรวจติดตามผลโครงการประหยัดพลังงานที่ดำเนินการไปแล้ว (Energy Follow Up)	คณะอนุกรรมการทุกฝ่าย	โครงการละ 2 ครั้ง/ปี				←	→				←	→		
7	โครงการประหยัดพลังงานแต่ละพื้นที่ (Process Improvement for Energy Saving & Conservation)	คณะอนุกรรมการทุกฝ่าย	อนุกรรมการฝ่าย 2 โครงการ/ปี อนุกรรมการแผนก 1 โครงการ/ปี		←							→			
8	โครงการประชาสัมพันธ์	คณะอนุกรรมการประชาสัมพันธ์			←										→
9	โครงการฝึกอบรมการประหยัดพลังงาน	คณะอนุกรรมการประชาสัมพันธ์	พนักงาน 80%		←				→			→			
10	โครงการนิทรรศการประหยัดพลังงาน "สัปดาห์ TQM	คณะกรรมการ/ คณะอนุกรรมการ												↔	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

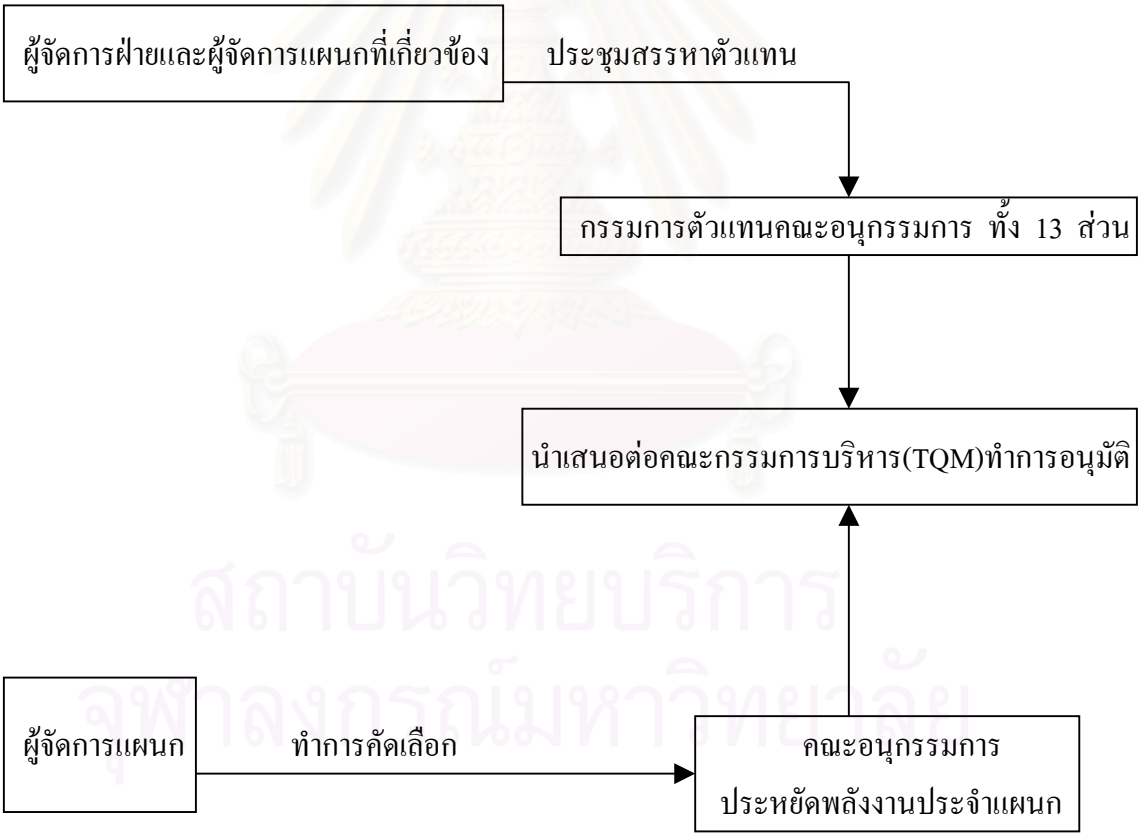
ตารางที่ 5.9 แผนงานหลักคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานประจำแผนก ปี 2543

แผนงานหลักคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานประจำแผนก														
ลำดับที่	โครงการ	ผู้รับผิดชอบ	เป้าหมาย	ปี 2543										
				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	จัดตั้งคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงาน	ผู้จัดการแผนก	คณะอนุกรรมการ 1 ชุด ชุดละ 7 คน	↔											
2	การจัดทำข้อเสนอแนะด้านการประหยัดพลังงาน	คณะอนุกรรมการ	1 ข้อเสนอแนะต่อ 1 เดือน			←	—	—	—	—	—	—	—	—	→
3	การตรวจสอบประเมินการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต	คณะอนุกรรมการ	ตามเป้าหมายที่กำหนด		←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→
4	การตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่	คณะอนุกรรมการ	เดือนละ 1 ครั้ง เวียน 3 หน่วยงาน			←	—	—	—	—	—	—	—	—	→
5	การติดตามผลโครงการประหยัดพลังงานที่ดำเนินการแล้ว	คณะอนุกรรมการ	โครงการละ 2 ครั้ง/ปี				↔	↔				↔	↔		
6	โครงการประหยัดพลังงานแต่ละพื้นที่	คณะอนุกรรมการ	1 โครงการ/ปี		←	—	—	—	—	—	—	→			
7	โครงการประชาสัมพันธ์	คณะอนุกรรมการ			←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→
8	โครงการฝึกอบรมการประหยัดพลังงาน	คณะอนุกรรมการ	พนักงาน 80%		←	—	—	—	—	—	—	→			
9	โครงการนิทรรศการประหยัดพลังงาน "สัปดาห์ TQM"	คณะอนุกรรมการ												↔	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.2 การดำเนินงานตามแผนงานหลัก

การดำเนินการตามแผนงาน หลังจากที่ได้จัดทำแผนงานหลักของคณะกรรมการจัดการพลังงานแล้วจึงได้ดำเนิการคัดเลือกคณะกรรมการ และคณะอนุกรรมการเพื่อดำเนินการตามแผนงาน โดยทั้งนี้กระบวนการจัดตั้งคณะกรรมการและคณะอนุกรรมการเพื่อทำหน้าที่ให้สอดคล้องกับนโยบายและแผนงานหลัก จะดำเนินการสรรหาโดยการประชุมระดับฝ่ายและระดับแผนกที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการสรรหาบุคลากรเข้าทำหน้าที่ในตำแหน่งกรรมการตัวแทนคณะอนุกรรมการเพื่อทำหน้าที่ในส่วนของคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงาน และในระดับแผนกจะทำการคัด-เลือกคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานในแต่ละส่วน โดยมีกระบวนการจัดหาบุคลากรเข้าทำหน้าที่ดังแสดงในรูปที่ 5.9 ต่อไปนี้



รูปที่ 5.9 กระบวนการในการจัดตั้งคณะอนุกรรมการและตัวแทนคณะอนุกรรมการจัดการพลังงาน

จากนั้นได้ดำเนินการให้คณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานต่าง ๆ จัดทำโครงการประหยัดพลังงานขึ้น ดำเนินการตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานในพื้นที่ และดำเนินการตรวจประเมินการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต เพื่อให้การดำเนินงานสอดคล้องตามแผนงานหลักที่วางไว้โดยมีกระบวนการควบคุมการดำเนินงานให้เป็นไปตามแผนงานดังนี้

ก. คณะกรรมการบริหารการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) จะเป็นผู้ที่มีบทบาทและหน้าที่คอยผลักดันให้คณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้

ข. ในแผนงานหลักของคณะกรรมการจัดการพลังงานและแผนงานของคณะอนุกรรม-การประหยัดพลังงานประจำแผนกได้ดำเนินการให้มีเป้าหมายที่กำหนดไว้ในแผนงาน ดังนั้นคณะกรรมการจะมีบทบาทในการคอยควบคุมให้คณะอนุกรรมการดำเนินงานตามแผนงานที่กำหนดไว้ให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

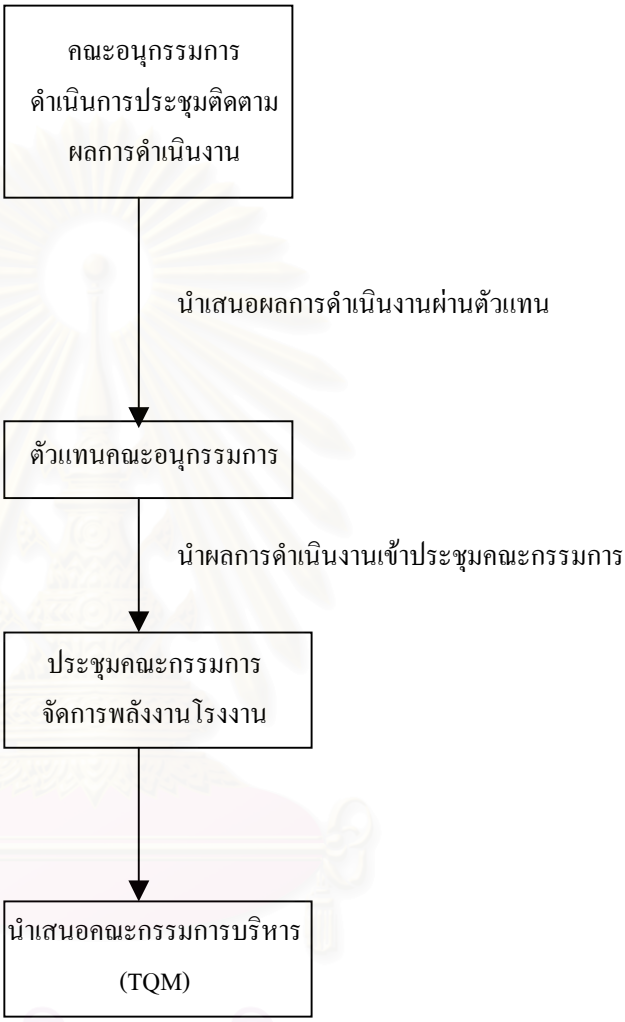
ค. ในส่วนของโครงสร้างองค์กร ได้ดำเนินการให้กรรมการตัวแทนคณะอนุกรรมการที่เป็นสมาชิกในโครงสร้างของคณะกรรมการจัดการประหยัดพลังงาน ทั้ง 13 ส่วน เป็นผู้ที่คอยผลักดันให้คณะอนุกรรมการที่ตนควบคุมอยู่นั้นดำเนินงานตามให้ได้ตามเป้าหมายตามแผนงานที่กำหนดไว้

5.3.2 การติดตามดำเนินงานตามแผนงานหลัก

การติดตามผลการดำเนินงานตามแผนงานหลักของคณะกรรมการจัดการพลังงานและแผนงานของคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานได้ดำเนินการให้มีกระบวนการในการติดตามผลการดำเนินงานโดยการรายงานความก้าวหน้าของกิจกรรมตามแผนงานหลักดังนี้

1) ดำเนินการให้คณะกรรมการจัดการพลังงานจะต้องนำเสนอรายงานความก้าวหน้าของผลการดำเนินการตามแผนงานให้กับคณะกรรมการบริหารการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) ทุกวันอังคารสัปดาห์ที่ 2 ของเดือน

2) ในส่วนของคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานหน่วยงานต่าง ๆ ดำเนินการให้มีการประชุมติดตามผลการดำเนินงานในแต่ละเดือน แล้วจัดทำเป็นรายงานความก้าวหน้าผลการดำเนินงานนำเสนอคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงาน โดยผ่านทางกรรมการตัวแทนคณะอนุกรรมการของตนเอง เพื่อทำการนำเสนอความก้าวหน้าผลการดำเนินงานในที่ประชุมของคณะกรรมการจัดการพลังงาน โดยกระบวนการในการติดตามผลการดำเนินงานตามแผนงานหลักที่ได้ดำเนินการขึ้นจะแสดงในรูปที่ 5.10 ต่อไปนี้



รูปที่ 5.10 กระบวนการในการติดตามผลการดำเนินงานตามแผนงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 การวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

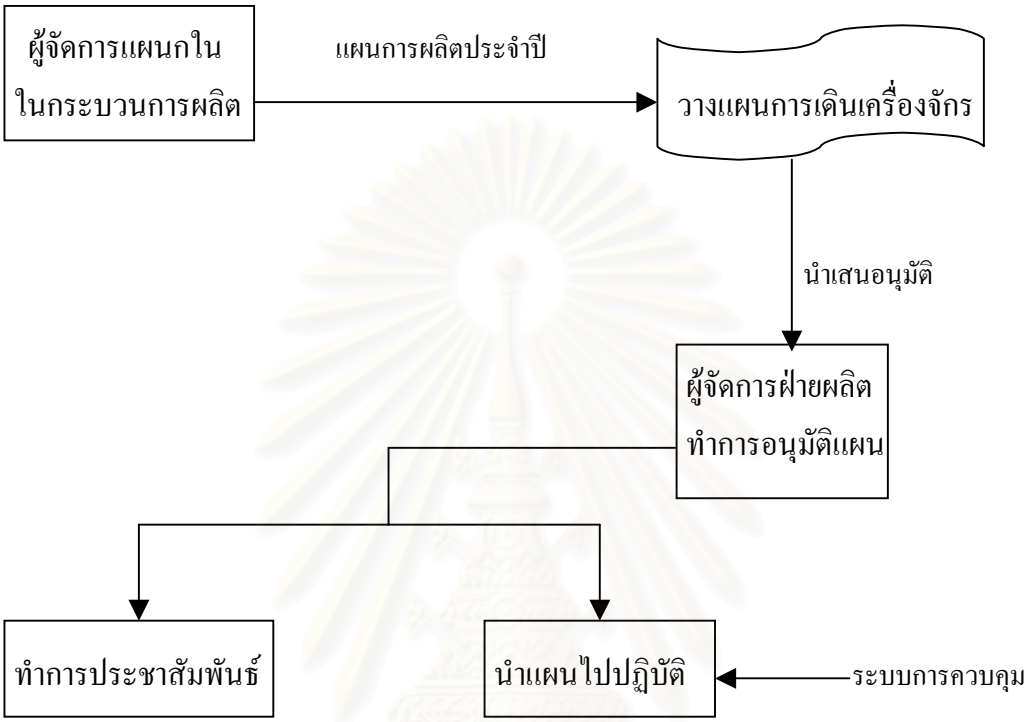
การขาดแผนในการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตก่อนทำการปรับปรุงจะส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานอย่างมาก ซึ่งจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่สูงเนื่องจากการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตนั้น จะมีการคิดค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลา Peak นั้นรวมอยู่ด้วย ถ้าไม่มีการวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตที่ดีแล้วจะทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในส่วนนี้สูงมากและเนื่องจากการไฟฟ้าได้คิดค่าไฟฟ้าในส่วนที่ใช้เฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาที ของแต่ละเดือน โดยค่าไฟฟ้าส่วนนี้จะคิดจากค่าสูงสุดเพียงอย่างเดียวไม่เกี่ยวกับระยะเวลาใช้งานว่าจะมากน้อยยาวนานเพียงใด จะมีค่าสูงสุดเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งในรอบหนึ่งเดือนก็ตามจะคิดค่าไฟฟ้าส่วนนี้เท่ากัน ดังนั้นการปรับปรุงเพื่อการประหยัดค่าไฟฟ้าและคุ้มกับเงินที่จะต้องจ่ายไป จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับระดับความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลา Peak ให้ลดลงมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์ในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิต และต้องรักษาระดับของปริมาณความต้องการสูงสุดในช่วงเวลา Peak นี้ไว้ให้อยู่ในระดับคงที่เท่ากันในแต่ละเดือนอีกด้วย และจากการคิดค่าไฟฟ้าของทางการไฟฟ้าจะทำให้ทราบได้ว่า ถ้าสามารถวางแผนการเดินเครื่องจักรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้ก็จะสามารถลด ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้ ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงโดยการควบคุมปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลา Peak โดยการควบคุมการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเพื่อควบคุมค่าไฟฟ้า โดยมีแนวทางการควบคุมการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเพื่อควบคุมค่าไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อใช้เป็นแผนงานการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและมีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (Kwh) ถูกที่สุด

2. เพื่อให้เกิดกระบวนการควบคุมปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา Peak โดยการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

การวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตที่ทำการปรับปรุงจะต้องให้สอดคล้องกับแผนการผลิตประจำปีซึ่งได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค., หน้า 261-262 โดยกระบวนการวางแผนการผลิตที่ได้ทำการปรับปรุงจะเป็นไปในลักษณะของการวางแผนการเดินเครื่องจักรที่มีอยู่ในกระบวนการผลิตให้คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่สูญเสียไปให้ได้มากที่สุดและทั้งนี้จะต้องไม่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดความสูญเสียหยุดชะงัก โดยแนวทางในปรับปรุงการวางแผนการผลิตจะดำเนินการให้ ผู้จัดการแผนกทุกแผนกในกระบวนการผลิตเป็นผู้จัดทำแผนการเดินเครื่องจักรในแผนกที่ตนดูแลอยู่และจากนั้นนำแผนการเดินเครื่องจักรเสนออนุมัติแผนการเดินเครื่องจักรต่อ

ผู้จัดการฝ่ายผลิตจากนั้นจึงนำแผนการเดินเครื่องจักรออกทำการประชาสัมพันธ์ให้ทราบและดำเนินการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้ได้ตามแผนที่ได้วางไว้ โดยกระบวนการวางแผนการเดินเครื่องจักรจะแสดงในรูปที่ 5.11 ต่อไปนี้



รูปที่ 5.11 กระบวนการจัดทำแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

แผนการดำเนินงานสำหรับใช้ในการควบคุมการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตมีดังนี้

1) วางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด
2) วางแผนการจัดเก็บวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสม
3) กำหนดการหยุดซ่อมบำรุงให้เหมาะสม
4) วางแผนการ Shut down ให้เกิดประสิทธิภาพ

5.4.1 วางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

ทำการปรับปรุงโดยการวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตโดยรวมให้เกิดประสิทธิภาพมาก ที่สุดโดยการวางแผนการเดินเครื่องจักรในช่วง Off Peak และช่วงเวลา Sunday อย่างเต็มที่โดยการหลีกเลี่ยงหรือย้ายการเดินเครื่องจักรในช่วง Peak แล้วทำการเดิน

เครื่องจักรในช่วง Off Peak หรือ ในช่วงเวลา Sunday แทน โดยมีแนวทางในการปฏิบัติโดยการวางแผนการเดินเครื่องจักรเพื่อเพิ่มความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง Off Peak และช่วงเวลา Sunday เพื่อลดการใช้งานในช่วงเวลา Peak ของทุกเดือน ทั้งนี้แผนการเดินเครื่องจักรจะต้องสอดคล้องกับแผนการผลิตประจำปีด้วย ซึ่งแผนการผลิตประจำปีจะแสดงไว้ในภาคผนวก ค., หน้า 261-262 โดยแนวทางในดำเนินการวางแผนจะเกิดจากการประเมินถึงประสิทธิภาพในการผลิตของเครื่องจักรในแต่ละแผนกที่เกิดขึ้นจริง จากนั้นจึงทำการวางแผนการเดินเครื่องจักรให้เหมาะสมกับการคิดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า โดยวิธีการวางแผนการเดินเครื่องจักรจะแสดงไว้ในภาคผนวก ค.,หน้า 263-267 ดังนั้นแผนการเดินเครื่องจักรจะเป็นดังตารางที่ 5.10 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.10 แผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ที่ได้จัดทำขึ้น

Plant	Peak	Off Peak	Sunday
Raw mill	3-6 mill	8 mill	8 mill
Coal mill	3-5 mill	6 mill	6 mill
Kiln	3 mill	3 mill	3 mill
Cement mill	0-1 mill	6 mill	7 mill

รายละเอียดข้อมูลแสดงอยู่ในภาคผนวก ค., หน้า 263-267

ในส่วนของแผนก Crusher ให้ทำการตรวจเช็คปริมาณวัตถุดิบที่จะใช้และให้แจ้งถึงจำนวนเครื่องจักรที่จะเดินให้ทางห้องควบคุมการเดินเครื่องจักร(Central Control Room) ทราบก่อนทุกครั้งเพื่อทำการตรวจเช็คความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดขณะนั้น ก่อนทำการเดินเครื่องจักรทั้งนี้เนื่องจาก Crusher เป็นเครื่องจักที่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความต้องใช้ไฟฟ้าอยู่ในช่วงที่กว้างมากโดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับภาระงานที่เกิดขึ้น และจากแผนการเดินเครื่องจักรที่เกิดขึ้นจะทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 80 MW ในช่วงเวลา Peak โดยรายละเอียดข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ค.,หน้า 281

5.4.2 วางแผนการจัดเก็บวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสม

ทำการปรับปรุงโดยการวางแผนการจัดเก็บวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ โดยจัดให้เพิ่มปริมาณที่ว่างให้มากขึ้นเพื่อให้การเดินเครื่องจักรในช่วงเวลา Off Peak หรือ วันอาทิตย์ มีการเดินเครื่องจักรให้มากที่สุดทั้งนี้จะกำหนดให้มีปริมาตรที่ว่างในการจัดเก็บให้เหมาะสมดังตารางที่ 5.11 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.11 แผนการจัดเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่ได้จัดทำขึ้น

Plant	Off Peak			Sunday		
	Line1 (Ton)	Line 2 (Ton)	Line 3 (Ton)	Line 1 (Ton)	Line 2 (Ton)	Line 3 (Ton)
Raw mill	-	10,700	11,000	12,000	18,000	19,000
Coal mill	1,064	1,064	1,064	1,830	1,830	1,830
Kiln	-			-		
Cement Type I		11,704		20,000		
Cement Type Mix		6,650		11,500		
Cement Type III		-		2,700		

รายละเอียดข้อมูลแสดงอยู่ในภาคผนวก ค., หน้า 263-267

5.4.3 กำหนดการหยุดซ่อมบำรุงประจำวันให้เหมาะสม

ทำการปรับปรุงโดยการกำหนดให้มีการหยุดซ่อมบำรุงประจำวันให้เหมาะสม โดยมีแนวทางในการปฏิบัติคือ กำหนดการหยุดซ่อมบำรุงประจำวัน ให้ทำในช่วงเวลา Peak หรือการซ่อมบำรุงประจำสัปดาห์ในวันธรรมดาเท่านั้น เช่น การหยุดซ่อมบำรุงเครื่องจักรในวันศุกร์ ในช่วงเวลา Peak เพื่อเพิ่มพื้นที่ว่างใน Silo ในการเดินเครื่องจักรช่วงเวลา Sunday และเครื่องจักรในกระบวนการผลิต จะต้องทำการซ่อมบำรุงให้เสร็จเพื่อมีความพร้อมสำหรับการเดินช่วงเวลา Sunday

5.4.4 วางแผนการ Shut down ให้เกิดประสิทธิภาพ

ทำการปรับปรุงโดยการวางแผนการ Shut down ให้เกิดประสิทธิภาพ โดยมีแนวทางในการปฏิบัติคือ วางแผนการ Shut down Kiln 2 mill ในเวลาใกล้เคียงกัน และควรวางแผนให้มีการ Shut down ต่อเนื่องภายในเดือนเดียวกัน หรือหากมีการ Shut down Kiln เพียง 1 mill ควรจะวางแผนให้อยู่ในเดือนเดียวกัน ไม่ควรให้คาบเกี่ยวระหว่างเดือนเพราะจะส่งผลต่อค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นทั้ง 2 เดือน และแผนการ Shut down ที่เกิดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับแผนการผลิตประจำปีเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นไปตามเป้าหมายตามแผนการผลิตที่จัดทำไว้ โดยแผนการ Shut down ที่ได้จัดทำขึ้นจะแสดงในตารางการวางแผนการ Shut down ดังแสดงในตารางที่ 5.12 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.12 แผนกำหนดการ Shut down เตาเผา ประจำปี 2543

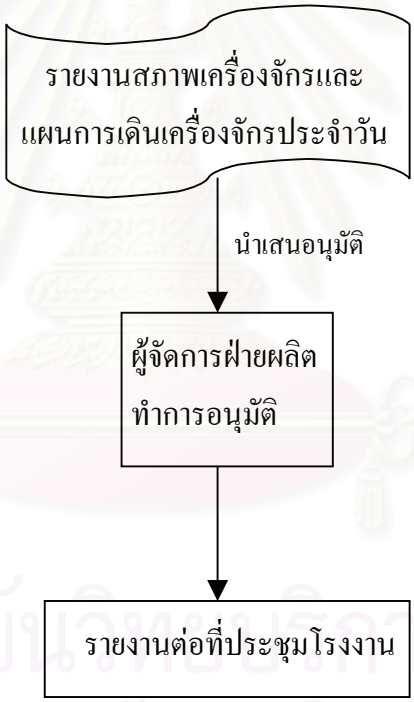
SCHEDULE SHUT DOWN KILN 2000

Description	JAN					FEB				MAR				APR				MAY					JUN				JUL					AUG				SEP				OCT					NOV				DEC			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4
KILN LINE 1						◄	─	─	►																																◄	─	─	►								
KILN LINE 2										◄	─	─	►																																◄	─	─	►				
KILN LINE 3									◄	─	─	►																																		◄	─	─	►				

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4.5 การควบคุมและประเมินผล

ระบบการควบคุมที่จะทำให้แผนการเดินเครื่องจักรมีประสิทธิภาพนั้นจะเป็นระบบในการติดตามและควบคุมการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามแผนการผลิตและแผนการเดินเครื่องจักรที่กำหนดไว้ โดยได้ดำเนินการปรับปรุงระบบการควบคุมโดยจัดทำเป็นเอกสารรายงานสภาพและแผนการเดินเครื่องจักรในแต่ละวัน ระดับของ Silo และสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิตในช่วงเวลา 8.00 น. ก่อนที่จะทำการเดินเครื่องจักรในช่วงเวลา Peak และรายงานสภาพและแผนการเดินเครื่องจักรนั้นจะถูกนำเสนอต่อผู้จัดการฝ่ายผลิตรับทราบและอนุมัติก่อนทำการเดินเครื่องจักรจริงในแต่ละวัน จากนั้นรายงานสภาพการเดินเครื่องจักรจะถูกนำเข้าประชุมในที่ประชุมโรงงานในช่วงเช้าของทุก ๆ วันเพื่อทำการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ดังนั้นกระบวนการคุมการเดินเครื่องจักรให้ได้ตามแผนการเดินเครื่องจักรและแผนการผลิตจะมีลักษณะดังรูปที่ 5.12 ต่อไปนี้



รูปที่ 5.12 แสดงกระบวนการควบคุมการเดินเครื่องจักร

รูปแบบเอกสารที่ใช้ในการรายงานสภาพเครื่องจักรและแผนการเดินเครื่องจักรประจำวันที่ได้ดำเนินการปรับปรุงขึ้นจะมีลักษณะของรูปแบบเอกสารตามที่แต่ละแผนกได้จัดทำขึ้น โดยจะแสดงตัวอย่างเอกสารรายงานสภาพเครื่องจักรและแผนการเดินเครื่องจักรประจำวันของหน่วยงาน Raw mill ที่ได้ทำการจัดทำขึ้นจะมีลักษณะ ดังรูปที่ 5.13 ต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RAW MILL PLANT			แผนการเดินเครื่องจักร Raw Mill Plant	วันที่ ...../...../.....
เครื่องจักร			ปัญหาและการแก้ไข	Average
Raw Mill 1	เดิน	หยุด		LSF =
				SM =
				AM =
			Silo 1 = T.	90 µm =
			Silo 2 = T.	200 µm =
Raw Mill 2	เดิน	หยุด		LSF =
				SM =
				AM =
				90 µm =
				200 µm =
Raw Mill 3	เดิน	หยุด		LSF =
				SM =
				AM =
			Silo 3 = T.	90 µm =
			Silo 4 = T.	200 µm =
Raw Mill 4	เดิน	หยุด		LSF =
				SM =
				AM =
				90 µm =
				200 µm =
Raw Mill 5	เดิน	หยุด		LSF =
				SM =
				AM =
				90 µm =
				200 µm =
Raw Mill 6	เดิน	หยุด		LSF =
				SM =
				AM =
			Silo 5 = T.	90 µm =
			Silo 6 = T.	200 µm =
Raw Mill 7	เดิน	หยุด		LSF =
				SM =
				AM =
				90 µm =
				200 µm =
Raw Mill 8	เดิน	หยุด		LSF =
				SM =
				AM =
				90 µm =
				200 µm =

ผู้รายงาน.....

รูปที่ 5.13 เอกสารรายงานสภาพเครื่องจักรและแผนการเดินเครื่องจักรประจำวันหน่วยงาน Raw Mill

การประเมินผลการปรับปรุงการวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต จากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่าในช่วงแรกของการวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต นั้นยังไม่สามารถดำเนินการปฏิบัติตามแผนการเดินเครื่องจักรได้ประสบความสำเร็จมากนักทั้งนี้เนื่องจากในช่วงแรก (ต.ค 42 - ธ.ค 42) หน่วยงาน Raw mill และ Coal mill ประสบปัญหาระบบการขนส่งวัตถุดิบ และการติดตันของวัตถุดิบเนื่องจากมีความชื้นสูงทำให้ผลผลิตที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอสำหรับ Kiln ดังนั้นจึงมีการเดินเครื่องจักรของหน่วยงาน Raw mill และ Coal mill เพิ่มขึ้นในช่วงเวลา Peak ในบางวัน หลังจากนั้นเมื่อได้ทำการแก้ไขปัญหาดังกล่าวหมดไป ทำให้การเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเป็นไปตามแผนการเดินเครื่องจักรที่กำหนดไว้ ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลการเดินเครื่องจักรตั้งแต่เดือน ต.ค 42 - มี.ค 43 ได้ข้อมูลดังตารางที่ 5.13 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.13 ข้อมูลการเดินเครื่องจักรในช่วงเวลา Peak เดือน ต.ค 43 – มี.ค 43

Plant	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43
Raw mill	เดิน mill ในช่วง Peak เป็น 3-8 mill			ปกติตามแผน	Shut down	Shut down
Coal mill	เดิน mill ในช่วง Peak เป็น 3-6 mill			ปกติตามแผน	Shut down	Shut down
Kiln	ปกติตามแผน	ปกติตามแผน	ปกติตามแผน	ปกติตามแผน	Shut down	Shut down
Cement mill	ปกติตามแผน	ปกติตามแผน	ปกติตามแผน	ปกติตามแผน	ปกติตามแผน	ปกติตามแผน

จากผลของข้อมูลที่เกิดขึ้นทำให้ทราบว่าหลังจากที่ได้ทำการวางแผนการเดินเครื่องจักรและแก้ไขระบบการขนส่งวัตถุดิบแล้วเครื่องจักรสามารถเดินได้ตามแผนการเดินเครื่องจักรที่กำหนดไว้ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในกระบวนการผลิตได้อย่างแท้จริง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5 การกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

การขาดเป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตจะทำให้ การดำเนินการจัดการด้านพลังงานไม่ทราบถึงสิ่งที่จะประเมินผลการปฏิบัติงานโดยเป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตจะเป็นสิ่งบ่งบอกถึงความสำเร็จที่เกิดขึ้นนั้นมีมากน้อยเพียงใดในการดำเนินงานและทำให้ทราบว่าสิ่งที่ดำเนินการนั้นบรรลุผลตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ดังนั้นในการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ จึงได้กำหนดเป้าหมายที่จะใช้เป็นแนวทางในการมุ่งสู่ความสำเร็จโดยมีกระบวนการในการกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตดังนี้

(1) การกำหนดและการพิจารณาเป้าหมายการใช้พลังงาน
(2) การดำเนินงานตามเป้าหมายและการควบคุม

5.5.1 การกำหนดและการพิจารณาเป้าหมายการใช้พลังงาน

ทำการปรับปรุงโดยการกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตโดยมีแนวทางในการกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต โดยการนำข้อมูลการใช้ พลังงานไฟฟ้าและพลังความร้อนต่อหน่วยผลผลิตต่างๆ ของหน่วยงานทุกหน่วยงานในกระบวนการผลิตตั้งแต่เดือน ม.ค 41- มิ.ย 42 เป็นสิ่งที่ใช้กำหนดเป้าหมาย จากนั้นจึงทำการประเมินถึงความเป็นไปได้ในการที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตลง โดยมีแนวทางในการประเมินเพื่อพิจารณากำหนดเป้าหมายดังต่อไปนี้

(ก) ประเมินจากโครงการประหยัดพลังงานต่าง ๆ
(ข) ประเมินจากการลดความสูญเสียของพลังงานที่ปรากฏเห็นได้ชัดเจน(Inhouse Saving)
(ค) ประเมินจากความเป็นไปได้ในการวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

การประเมินจากโครงการประหยัดพลังงานต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น จะการประเมินโดยจะนำโครงการประหยัดพลังงานที่ทำแล้วประสบความสำเร็จในปี 2542 เป็นตัวกำหนด โดยมีโครงการประหยัดพลังงานที่ทำแล้วประสบความสำเร็จในกระบวนการผลิตในปี 2542 ทั้งสิ้น 4 โครงการ และแนวโน้มการจัดทำโครงการประหยัดพลังงานที่จะเกิดในปี 2543 จะอยู่ที่ 3-5 โครงการต่อหน่วยงาน จากนั้นจึงได้ดำเนินการกำหนดเป้าหมายความสำเร็จของโครงการประหยัดพลังงานที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต หรือลดความสูญเสียของพลังงานจากส่วนต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในปี 2543 ไว้ที่ 3-4 % จากการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต

ประเมินจากการลดความสูญเสียของพลังงานที่ปรากฏเห็นได้ชัดเจน (Inhouse Saving) จากวางแผนการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ที่ได้ดำเนินการขึ้นเพื่อใช้ในการพัฒนาและเผยแพร่นโยบายเพื่อให้พนักงานให้ความร่วมมือกันในการลดความสูญเสียของพลังงานที่เกิดขึ้น ละเว้นการใช้พลังงานที่จะสูญเสียไปโดยไม่เกิดประโยชน์ ยกเลิกการใช้พลังงานที่มีมากเกินไป ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการรณรงค์ดังกล่าวได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากพนักงาน จึงได้ดำเนินการประเมินการลดความสูญเสียของพลังงานในเบื้องต้นไว้ที่ 1-2% การใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต

ประเมินจากความเป็นไปได้ในการปรับปรุงวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต จากการวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตที่ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับแผนการผลิตประจำปี จะช่วยให้สามารถช่วยในการดำเนินการจัดการพลังงานในการลดความสูญเสียที่เกิดจากการใช้พลังงานในช่วงเวลา Peak และความสูญเสียที่เกิดจากการเดินเครื่องจักรโดยไม่มีภาระงานได้ จึงได้ดำเนินการประเมินความเป็นไปได้ในการลดความสูญเสียด้านพลังงานโดยการปรับปรุงการวางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตว่าจะสามารถลดความสูญเสียได้ 4-5 % ของการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต

ดังนั้นในวางแผนการดำเนินงานจึงได้กำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตต่าง ๆ ให้ลดลงจากค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตต่าง ๆ ของ เดือน ม.ค 41- มิ.ย 42 ลง 10 % ในส่วนของเป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตเป้าหมายจะเป็นค่ามาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ของบริษัท ผู้ผลิตเครื่องจักรที่ได้กำหนดไว้ซึ่งเท่ากับ 110-115 Kwh /Ton cement ในส่วนของพลังงานความร้อนได้ดำเนินการปรับปรุงโดยการกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด จะเป็นค่ามาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรที่ได้กำหนดไว้ซึ่งเท่ากับ 730 Kcal/Kg clinker เมื่อได้ทำการกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตแล้วคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานจึงได้ทำการเสนอเป้าหมายเพื่อพิจาณาอนุมัติต่อคณะกรรมการบริหารการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) เพื่อจัดทำกำหนดเป็นเป้าหมายที่ใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป โดยเป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตที่ได้กำหนดขึ้นจะเป็นดังนี้

(1) เป้าหมายการบริหารค่าไฟฟ้า

ก. ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยในระบบค่าไฟฟ้าแบบ TIME OF USED (TOU) โดยไม่รวมค่า FT charge และ VAT เท่ากับ 1.096 บาท/Kwh *

ข. การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซิเมนต์เท่ากับ 110-115 Kwh /Ton cement

(2) เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต

กำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตต่าง ๆ ตามตารางที่ 5.14 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.14 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลิต

Description	Kwh/ton
Limestone crusher	1.25
Shale crusher	1.32
Coal crusher	0.66
Compound crusher	1.75
- Gypsum	
- Limestone	
Raw mill	21.13
Coal mill	42.81
Kiln	27.10
Cement mill	
- Type I	36.40
- Type III	71.29
- Type mixed	33.22

(3) เป้าหมายการจัดการพลังงานความร้อน

กำหนดให้เป้าหมายการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ดเท่ากับ 730 Kcal/Kg clinker

* รายละเอียดการตั้งเป้าหมายอยู่ในภาคผนวก ค., หน้า 268-279

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5.2 การดำเนินงานตามเป้าหมายและการควบคุม

เป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตของหน่วยงานต่าง ๆ ที่ได้จัดทำขึ้นจะถูกทำการประกาศให้ทราบและยึดถือเป็นเป้าหมายนำไปปฏิบัติในการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต และได้มีการดำเนินงานโดยกำหนดให้ คณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานและผู้จัดการแผนกของหน่วยงานต่าง ๆ ร่วมมือกันทำหน้าที่ในการผลักดันให้การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเป็นไปตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ โดยจะมีการดำเนินมาตรการในการควบคุมปริมาณการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต โดยได้ดำเนินการให้คณะกรรมการจัดการพลังงานได้จัดทำรายงานประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรและการใช้พลังงานในแต่ละวัน เพื่อเป็นสิ่งคอยควบคุมการใช้พลังงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งในรายงานจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรและข้อมูลการใช้พลังงานในแต่ละวันนำเสนอต่อประธานคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงาน (ผู้จัดการฝ่ายผลิต) ให้ทราบและแนวทางในการดำเนินการแก้ไขในกรณีที่เครื่องจักรมีประสิทธิภาพต่ำ หรือมีการใช้พลังงานสูงกว่าปกติ เพื่อให้การดำเนินมาตรการในการควบคุมปริมาณการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและการใช้พลังงานเป็นไปตามเป้าหมาย ซึ่งเอกสารที่ได้จัดทำขึ้นเพื่อรายงานประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรและการใช้พลังงานในแต่ละวัน โดยเอกสารรายงานจะมีลักษณะดังรูปที่ 5.14 ต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Daily Performance Report

Saraburi Plant

Date ...../...../.....

Raw mill No.	Tar get	Comment daily performance
Capacity .....t / h	..... t / h	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Power consumption..... Kwh / t	..... Kwh / t	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Remark		
Raw mill No.	Tar get	Comment daily performance
Capacity .....t / h	..... t / h	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Power consumption..... Kwh / t	..... Kwh / t	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Remark		
Coal mill No.	Tar get	Comment daily performance
Capacity .....t / h	..... t / h	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Power consumption..... Kwh / t	..... Kwh / t	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Remark		
Coal mill No.	Tar get	Comment daily performance
Capacity .....t / h	..... t / h	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Power consumption..... Kwh / t	..... Kwh / t	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Remark		
Kiln Line	Tar get	Comment daily performance
Capacity .....t / h	..... t / h	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Power consumption..... Kwh / t	..... Kwh / t	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Heat consumption..... Kcal / Kg	..... Kwh / t	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Remark		
Cement mill No.	Tar get	Comment daily performance
Capacity .....t / h	..... t / h	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Power consumption..... Kwh / t	..... Kwh / t	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Remark		
Cement mill No.	Tar get	Comment daily performance
Capacity .....t / h	..... t / h	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Power consumption..... Kwh / t	..... Kwh / t	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Remark		
Cement mill No.	Tar get	Comment daily performance
Capacity .....t / h	..... t / h	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Power consumption..... Kwh / t	..... Kwh / t	( ) too high ( ) too low ( ) normal
Remark		
ผู้รายงาน		

รูปที่ 5.14 เอกสารรายงานประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรและการใช้พลังงานประจำวัน

5.6 การจัดระบบการสำรวจและประเมินผลการใช้พลังงาน

การสำรวจสภาพการใช้พลังงาน(Energy Audit)จะเป็นสิ่งที่บ่งบอกช่วยให้ทราบว่ากระบวนการผลิตนั้นมีการใช้พลังงานไปยังส่วนใดเป็นจำนวนมากน้อยเท่าใดเพื่อเป็นพื้นฐานในการวางแผนการจัดการพลังงานที่จะเกิดขึ้น จากสภาพการสำรวจการใช้พลังงานในปัจจุบันจากการศึกษาพบว่ายังไม่มีการสำรวจอย่างจริงจังในกระบวนการผลิตและไม่มีรูปแบบเอกสารการสำรวจที่เป็นทางการ ส่งผลให้ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าสิ่งที่ได้ดำเนินการสำรวจแล้วนั้นได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วหรือไม่ ซึ่งระบบการสำรวจสภาพการใช้พลังงาน (Energy Audit) ในปัจจุบันจะไม่สามารบ่งบอกได้เนื่องจากไม่มีเอกสารสำรวจที่เป็นมาตรฐาน และไม่มีระบบติดตามผลการดำเนิน-งานปรับปรุง ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงระบบการสำรวจสภาพการใช้พลังงาน(Energy Audit) ที่เกิดขึ้นดังนี้

(ก) จัดตั้งคณะทำงานในการสำรวจสภาพการใช้พลังงานที่เป็นทางการ

(ข) จัดทำแผนการสำรวจการใช้พลังงาน

(ค) จัดทำเอกสารมาตรฐานที่ใช้ในการสำรวจสภาพการใช้พลังงานและผลการปรับปรุง

การปรับปรุงโดยมีการดำเนินการจัดตั้งคณะทำงานในการตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงานได้กำหนดให้ คณะอนุกรรมการประหยัดพลังงานแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 3-4 คน จำนวน 18 กลุ่ม เพื่อทำการสำรวจสภาพการใช้พลังงานจริงจากพื้นที่ทำงานในกระบวนการผลิต

ทำการปรับปรุงโดยการจัดทำแผนในการสำรวจการใช้พลังงานประจำปีขึ้นโดยจะทำการสำรวจการใช้พลังงานในพื้นต่าง ๆ เป็นเดือนเว้นเดือนดังตารางที่ 5-15 โดยจะเริ่มทำการสำรวจตามแผนที่กำหนดไว้ในเดือนกุมภาพันธ์เป็นต้นไป และทำการปรับปรุงโดยการจัดทำแผนงานย่อยในการสำรวจการใช้พลังงานในพื้นที่ต่าง ๆ โดยการกำหนดให้คณะทำงานแต่ละกลุ่มย่อย ที่ได้จัดตั้งขึ้นทำการสำรวจการใช้พลังงาน โดยแบ่งตามพื้นที่ต่าง ๆ ทีได้กำหนดไว้ในแผนงาน โดยในแผนงานได้กำหนดพื้นที่และคณะทำงานในการสำรวจไว้ซึ่งตัวอย่างแผนงานการสำรวจการใช้พลังงานในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 จะแสดงไว้ใน ตารางที่ 5-16

ทำการปรับปรุงโดยการออกแบบเอกสารมาตรฐานเพื่อใช้ในการสำรจสภาพการใช้พลังงานและความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแต่ละพื้นที่ โดยได้จัดทำเอกสารที่ใช้ในการสำรวจและรายงานความก้าวหน้าของติดตามผลการปรับปรุงที่เกิดขึ้นแจ้งให้ผู้จัดการแผนกและผู้จัดฝ่ายทราบเพื่อผลักดันให้การปรับปรุงเป็นไปด้วยความ รวดเร็วต่อไป ซึ่งเอกสารสำรวจที่ได้ปรับปรุงจะมีลักษณะดังรูปที่ 5-15 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.15 แผนการตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานประจำปี 2543

ENERGY YEARLY AUDIT PLAN IN 2000													
DEPT./SECTION		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
CIVIL													
Q.C.													
PERSONNEL & GENERAL AFFAIRS													
ADMINISTRATION													
MAINTENANCE	- MECHANICAL												
	- ELECTRICAL												
	- INSTRUMENT 1												
	- INSTRUMENT 2												
PRODUCTION	- CRUSHER												
	- RAW MAT. & FUEL PREP.												
	- CLINKER PRODUCT												
	- CEMENT PRODUCT												
QUARRY	- QUARRY												
	- MATERIAL TRANSPORT												
	- QUARRY MAINT SITE A												
	- QUARRY MAINT SITE C												
ENG.	- MECHANICAL												

ตารางที่ 5.16 แผนการตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานประจำเดือน กุมภาพันธ์ 2543

ENERGY AUDIT SCHEDULE ON FEB 2000						
DEPT./SECTION		FEB 2000				AUDITOR
		WEEK 1	WEEK 2	WEEK 3	WEEK 4	
CIVIL						MYINT MAUNG, SOMCHAI, BOWRON
Q.C.						SONGYOT, APIWAT, SARN
PERSONNEL & GENERAL AFFAIRS						BANCHA, SOMCHAI KAM, AMNART
ADMINISTRATION						SARAVUT M, SOMBAT, SAMROENG
MAINTENANCE	- MECHANICAL					TRAKUL, SURACHAI, CHULA
	- ELECTRICAL					KOMKRIT, MANA, CHARAN
	- INSTRUMENT 1					BOONSUEB, ANUWAT, TAWAT JARU
	- INSTRUMENT 2					EKAPAN, CHAISIT, RAMPUENG
	- QUARRY MAINTENANCH SITE A					WEERAYUT, TOSAPON, PRASARN
	- QUARRY MAINTENANCH SITE C					BOONLERT, EKACHAI, CHAMLONG
PRODUCTION	- CRUSHER					CHATREE, ADISAK, KANUENG
	- RAW MAT. & FUEL PREP. (RAW MILL)					DENNATEE, PRAJUAB, SARAVUT S
	- RAW MAT. & FUEL PREP. (COAL MILL)					JARUWAT, WITOON, PON
	- CLINKER PRODUCT					YANYONG, YAOWAMARN, TAWAT JAMPA
	- CEMENT PRODUCT					SURIYA, SOMCHAI KUN, CHATCHAWAN
QUARRY	- QUARRY					WIJIT, SORAWIT, SONTAYA
	- MATERIAL TRANSPORT					PANUS, WORAPON, PREEDA S.
ENG.	- MECHANICAL					PAIRAT, SOMBOON A., WATCHARA

แบบสำรวจสภาพการสูญเสียพลังงานในพื้นที่ (ENERGY AUDIT)

พื้นที่/อาคาร _____ ผู้ตรวจสอบ _____

แผนกเจ้าของพื้นที่ _____ (AUDITTOR) _____

ผู้ร่วมตรวจสอบ _____

(AUDITEE) _____ วันที่ตรวจสอบ _____

สำหรับผู้ตรวจสอบ สำหรับเจ้าของพื้นที่

ลำดับ NO.	รหัส CODE	อุปกรณ์/สถานที่ EQUIPMENT/PLACE	จุดสูญเสีย/ข้อเสนอแนะ LOSSES/FAULT OR SUGGESTION	ผลการปรับปรุง	
				YES	NO

สรุป จุดสูญเสียรวม ..... จุด กำหนดการปรับปรุงให้แล้วเสร็จภายในวันที่ .....

....

ผู้ตรวจสอบ (LEAD AUDITOR) ผู้ร่วมการตรวจสอบ (AUDITEE) ASST/SECTION MGR.

.....

ผลการดำเนินการปรับปรุง

ดำเนินการเสร็จตามรายการจำนวน ..... รายการ

รอการดำเนินการ ..... รายการ

ไม่สามารถดำเนินการได้ ..... รายการ

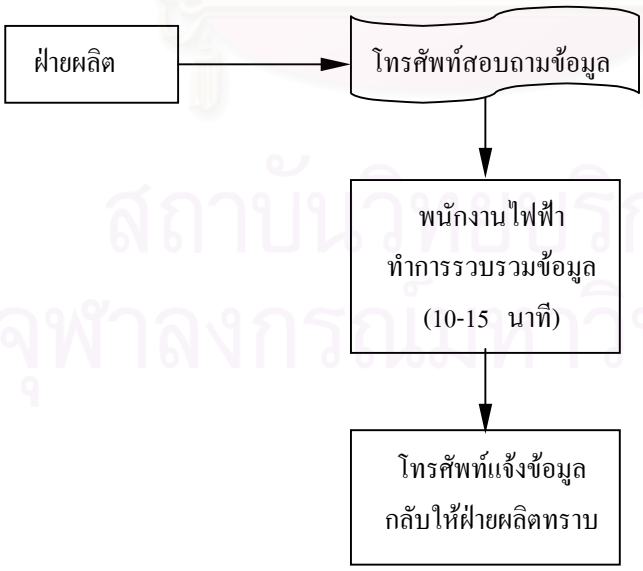
....

AUDITEE SECTION MGR. DEPARTMENT MGR.

รูปที่ 5.15 เอกสารมาตรฐานใช้สำรวจสภาพการใช้พลังงาน

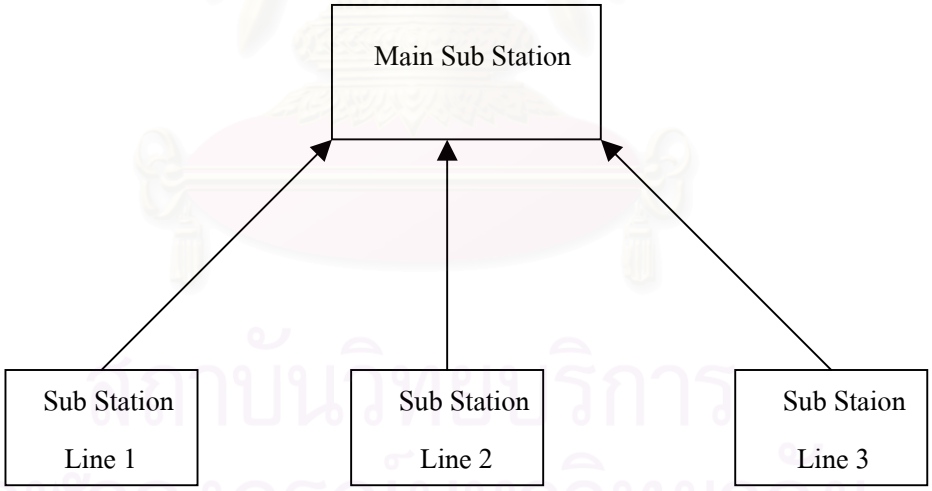
5.7 การปรับปรุงเกี่ยวกับระบบการสื่อสาร

ในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่อย่างมากและเมื่อทำการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตโดยรวมอยู่นั้น ควรจะต้องทราบถึงปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดขณะนั้นโดยเฉพาะในช่วงเวลา Peak เพื่อที่จะทราบได้ว่าในขณะนั้นมีปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดอยู่เป็นปริมาณเท่าใดและจะทำการเดินเครื่องจักรใดเพิ่มขึ้นได้อีกหรือไม่โดยที่ต้องรักษาปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดให้อยู่ในระดับที่คงที่ไม่เกินค่าที่กำหนดหรือเปลี่ยนแปลงการเดินเครื่องจักรเครื่องใดในกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่เหลืออยู่ จากสภาพปัจจุบันโดยปกติแล้วทางฝ่ายผลิตที่เป็นผู้กำหนดการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต และความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดจากการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต จะเป็นการควบคุมดูแลของทางแผนกไฟฟ้า โดยในส่วนนี้ฝ่ายผลิตจะไม่สามารถทราบความต้องการไฟฟ้าสูงสุดได้ในทันทีจะต้องทำการติดต่อโทรศัพท์เพื่อขอข้อมูลจาก Main Sub station ของแผนกไฟฟ้า และทางแผนกไฟฟ้าจะใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที ในการคำนวณหาค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นทั้ง 3 line การผลิต แล้วทำการโทรศัพท์แจ้งข้อมูลกลับให้ทางฝ่ายผลิตได้ทราบ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการที่ฝ่ายผลิตไม่ทราบค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดจะทำให้การเดินเครื่องจักรในแต่ละครั้งจะเกิดการผิดพลาดขึ้นได้ โดยระบบการสื่อสารระบบเดิมก่อนทำการปรับปรุง เครื่องควบคุมการใช้ปริมาณการไฟฟ้าจะถูกติดตั้งอยู่ใน Sub Station แต่แยกกันอยู่ในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิต โดยมีพนักงานควบคุมของทางแผนกไฟฟ้าคอยทำการจดบันทึกค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทุก ๆ 1 ชั่วโมง ซึ่งระบบการสื่อสารแบบเดิมจะแสดงได้ดังรูปที่ 5-16 ต่อไปนี้



รูปที่ 5-16 ระบบการสื่อสารแบบเดิมก่อนการปรับปรุง

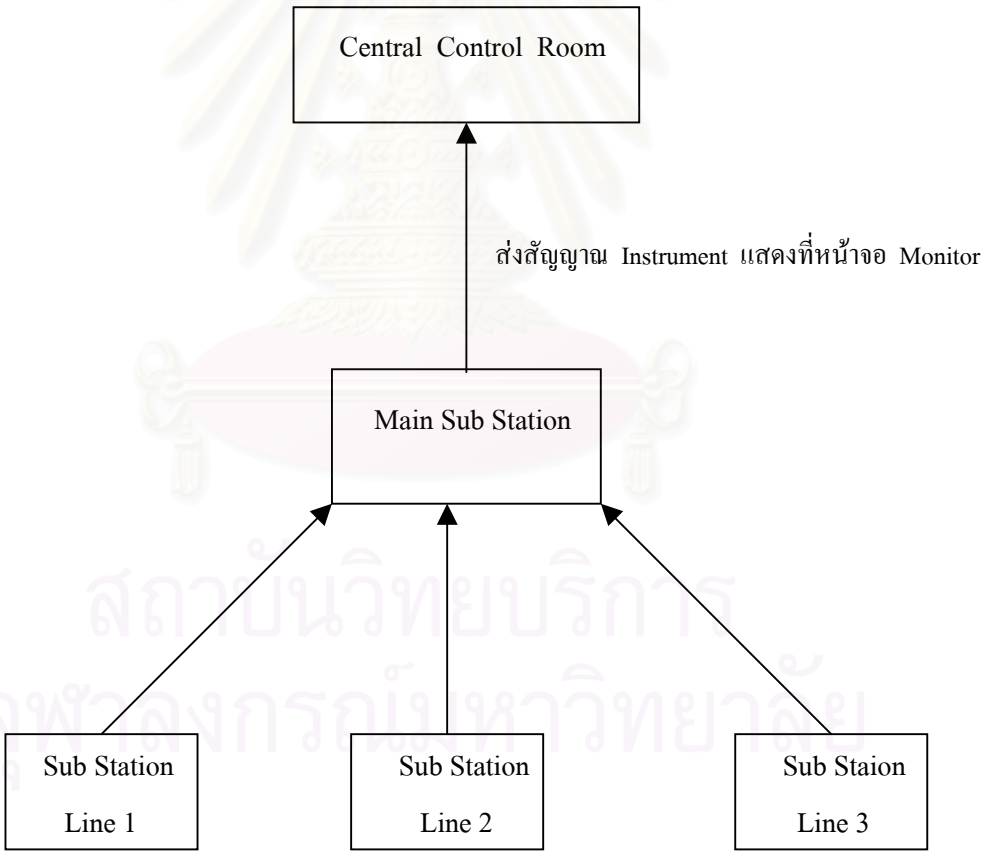
ซึ่งจากการใช้เวลาในการรวบรวมข้อมูลประมาณ 10 – 15 นาทีนี้ จะมีค่าความไม่แน่นอนเกิดขึ้นได้จาก มีความผิดพลาดของข้อมูลในช่วงเวลาการเดินเครื่องจักรต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องจักรส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับภาระงาน (load) ของเครื่องจักรนั้น ๆ เช่น Crusher ปริมาณการใช้ไฟฟ้าขณะรับภาระงานจะเปลี่ยนแปลงมากจาก 1 MW – 1.5 MW จะเห็นได้ว่า (ขณะรถทำการขนหินมา load) ในกรณีที่ทางฝ่ายผลิตทำการตรวจสอบการใช้ปริมาณพลังงาน ไฟฟ้าในขณะที่ Crusher เดินเครื่องตัวเปล่ายังไม่ได้รับภาระงานนั้น ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะน้อยกว่าความเป็นจริงอยู่ประมาณ 1- 1.5 MW ซึ่งปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริงส่วนนี้ฝ่ายผลิตจะไม่ทราบ ทำให้เมื่อทำการเดินเครื่องจักรอื่นขึ้นมาจะทำให้ปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเกินจากเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทำให้ไม่สามารถรักษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak ให้สม่ำเสมอได้ โดยเฉพาะเมื่อเริ่มทำการปรับปรุงในช่วงแรก Sub station จะถูกติดตั้งอยู่ต่างกันในแต่ละพื้นที่ของกระบวนการผลิต แยกกันตามพื้นที่ติดตั้งเครื่องจักร ทำให้เป็นการยากในการส่งข้อมูลและล่าช้าในการส่งข้อมูลเข้าสู่ Main Sub station กลาง และข้อมูลที่ได้รับไม่ถูกต้องกับเวลาที่ต้องการ โดยการส่งข้อมูลจะมีลักษณะดังรูปที่ 5-17 ต่อไปนี้



รูปที่ 5.17 Sub Station ที่รวมข้อมูลก่อนการปรับปรุง

จากความผิดพลาดทางด้านการสื่อที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในกระบวนการผลิตได้และจะทำให้การควบคุมปริมาความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลา Peak ผิดพลาดไป ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงระบบการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยมีแนวทางในการปรับปรุงระบบการสื่อสารเพื่อควบคุมปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดดังต่อไปนี้

การปรับปรุงระบบการสื่อสารโดยการปรับปรุงระบบการส่งผ่านข้อมูลโดยใช้สัญญาณ Instrument ในการรวบรวมปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ๆ แทนการโทรศัพท์ตรวจเช็คข้อมูล ซึ่งการใช้ระบบการส่งผ่านข้อมูลโดยใช้สัญญาณ Instrument นี้จะแจ้งข้อมูลขึ้นทางหน้าจอของ Monitor ที่ใช้ในการควบคุมการเดินเครื่องจักร ในห้องควบคุมการเดินเครื่องจักร (Central Control Room) ซึ่งข้อมูลนี้จะแจ้งให้ทราบอยู่ตลอดเวลาที่ทำการเดินเครื่องจักร โดยการแสดงที่หน้าจอของ Monitor ที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่เกิดขึ้น จากระบบการสื่อสารที่ปรับปรุงจะทำให้ฝ่ายผลิตสามารถควบคุมปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดให้อยู่ในระดับคงที่ได้ และยังมีส่วนช่วยในการตัดสินใจที่เดินเครื่องจักรเครื่องใดเพิ่มขึ้น ถ้าปริมาณความต้องการไฟฟ้ายังมีค่าต่ำกว่าอยู่ (โดยรายละเอียดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรแต่ละเครื่องในกระบวนการผลิต จะแสดงอยู่ในตารางที่ ค-23 ในภาคผนวก ค., หน้า 280) โดยลักษณะของระบบการสื่อสารที่ได้ทำการปรับปรุงจะแสดงดังรูปที่ 5-18 ต่อไปนี้



รูปที่ 5.18 แสดงระบบการสื่อสารที่ทำการปรับปรุง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.8 การจัดระบบติดตามการดำเนินงาน

การติดตามการดำเนินงานในปัจจุบันก่อนทำการปรับปรุงที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมประหยัดพลังงานนั้นจะเป็นการประชุมรับทราบผลการดำเนินงาน ปัญหาและการหาแนวทางการแก้ไข ซึ่งการติดตามผลการดำเนินงานในปัจจุบัน จากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่าไม่มีคณะทำงานและกระบวนการติดตามการดำเนินงานที่ชัดเจน ทำให้ระบบติดตามผลการดำเนินงานขาดประสิทธิภาพ ผลการดำเนินงานของการดำเนินกิจกรรมจึงไม่ประสบผลสำเร็จ ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงระบบติดตามผลการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการมีกระบวนการในการปรับปรุงดังนี้

(1) กำหนดให้มีคณะกรรมการติดตามผลการดำเนินงานตามแผนงาน
(2) การจัดให้มีการติดตามการดำเนินงานการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่
(3) การจัดให้มีระบบตรวจติดตามประเมินการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

5.8.1 กำหนดให้มีคณะกรรมการติดตามผลการดำเนินงานตามแผนงาน

การมีคณะทำงานในการติดตามผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน จะส่งผลดีในการช่วยให้ทราบว่าผลการดำเนินงานมีความก้าวหน้าอย่างไร และจะช่วยผลักดันให้การดำเนินงานที่เกิดขึ้นเป็นไปตามแผนงานที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงโดยการจัดให้มีคณะทำงานในการติดตามผลการดำเนินงานที่ได้กำหนดไว้ในแผนงาน โดยกำหนดให้กรรมการตัวแทนคณะอนุกรรมการของหน่วยงานต่าง ๆ ทั้ง 13 หน่วยงาน และผู้จัดการแผนก คัดเลือกสรรหาตัวแทนคณะทำงานในการติดตามผลการดำเนินงาน และคณะทำงานดังกล่าวกำหนดให้รายงานความก้าวหน้าและผลการดำเนินงานโดยตรงกับประธานคณะกรรมการประหยัดพลังงาน จากการคัดเลือกสรรหาคณะทำงานในการติดตามผลการดำเนินงานดังกล่าวของแต่ละหน่วยงานจะแบ่งออกได้ดังนี้

1. ฝ่ายผลิต จัดให้มีตัวแทนคณะกรรมการติดตามผลการดำเนินงานจำนวน 4 คน จากแผนกต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตต่อไปนี้ คือ แผนก Crusher แผนก Kiln แผนก Raw mat & Fuel prep และแผนก Cement & Packing เพื่อทำหน้าที่ในการติดตามผลการดำเนินงาน

2. ในส่วนของการประหยัดพลังงานภายในพื้นที่ (Inhouse Saving) ให้มีตัวแทนคณะกรรมการติดตามผลการดำเนินงาน จำนวน 5 คน โดยแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ ในส่วนของพื้นที่อาคารบริหารจำนวน 1 คน ในส่วนของพื้นที่ภายในโรงงาน 2 คน และในส่วนของพื้นที่ฝ่ายเหมือง 2 คน เพื่อทำหน้าที่ในการติดตามผลการดำเนินงาน

3. ในส่วนตามลักษณะการใช้พลังงานจัดให้มีตัวแทนคณะกรรมการติดตามผลการดำเนินงาน จำนวน 3 คน โดยแบ่งออกตามลักษณะการใช้พลังงานดังนี้คือ พลังงานไฟฟ้าจัดให้มีตัวแทนจำนวน 1 คน พลังงานความร้อนและเชื้อเพลิงจัดให้มีตัวแทนจำนวน 1 คน และพลังงานจากน้ำมัน จัดให้มีตัวแทนจำนวน 1 คน เพื่อทำหน้าที่ในการติดตามผลการดำเนินงาน

โดยทั้งนี้คณะกรรมการติดตามผลการดำเนินงานที่จัดตั้งขึ้นจะมีลักษณะดังรูปที่ 5.19 ต่อไปนี้

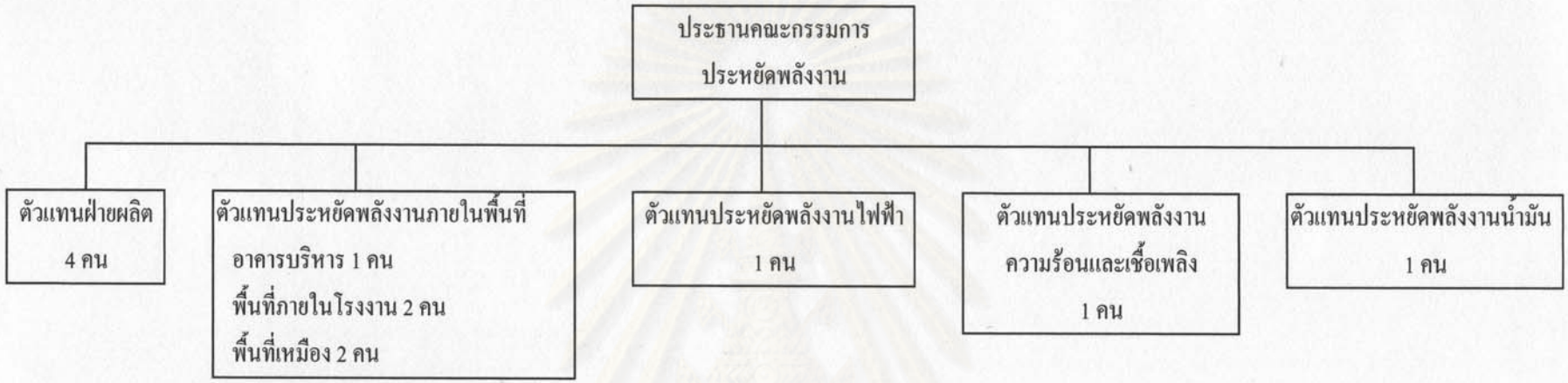
5.8.2 การจัดให้มีการติดตามการดำเนินงานและการใช้พลังงานในแต่ละพื้นที่

ทำการปรับปรุงโดยการกำหนดให้มี การจัดทำกระบวนการติดตามการดำเนินงานการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ โดยการจัดให้มีคณะกรรมการติดตามการดำเนินงานซึ่งได้ทำการจัดตั้งขึ้นทำตรวจสอบการดำเนินงานและการใช้พลังงานในแต่ละพื้นที่ เพื่อทราบถึงผลการดำเนินงานที่เกิดขึ้นโดยการตรวจสอบสภาพโดยรวมของการใช้และการจัดการด้านพลังงานโดยแบ่งเป็น

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

โดยมีระบบการตรวจสอบ ให้คะแนนและประกาศให้ทราบ เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงในการดำเนินกิจกรรมประหยัดพลังงาน และเพื่อเป็นการสร้างให้เกิดระบบการจัดการด้านพลังงานในระดับแผนกให้มีการดำเนินการจัดการด้านพลังงานอย่างจริงจัง โดยมีเอกสารการตรวจ-สอบรูปที่ 5.20 และหลักเกณฑ์ที่ในการประเมินผลให้คะแนนการดำเนินงานการใช้พลังงานในแต่ละพื้นที่ซึ่งจะแสดงอยู่ในภาคผนวก ค., หน้า 282-284

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.19 คณะกรรมการติดตามผลการดำเนินงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การติดตามการดำเนินงานการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่

พื้นที่ ..... แผนกเจ้าของพื้นที่ .....

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

กิจกรรม	ไม่ดี 1	พอใช้ 2	ดี 3	ดีมาก 4
1. คณะอนุกรรมการ และการบริหารงานประหยัดพลังงานใน				
หน่วยงาน (25%)				
1.1 ผู้จัดการแผนกและหัวหน้างานมีส่วนเกี่ยวข้อง และให้การ				
สนับสนุน				
1.2 การจัดทำแผนงานประหยัดพลังงาน				
1.3 การจัดตั้งคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงาน				
1.4 การจัดทำมาตรฐาน/มาตรการประหยัดพลังงานภายในหน่วยงาน				
1.5 มีการประชุมคณะอนุกรรมการ				
1.6 การมีส่วนร่วมของพนักงานในหน่วยงาน				
2. มาตรการการอนุรักษ์การประหยัดพลังงาน (50%)				
2.1 มีการสำรวจ และป้องกันการสูญเสียในการใช้พลังงาน				
2.2 มีการปรับปรุงจุดรั่วไหลของลม, ไฟฟ้า, ความร้อน, และน้ำ				
2.3 มีการบำรุงรักษาเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ เพื่อใช้งานอย่างมี				
ประสิทธิภาพ				
2.4 มีข้อเสนอแนะการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน				
2.5 มีโครงการประหยัดพลังงานในหน่วยงาน				
2.6 มีการตรวจประเมินการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน				
2.7 มีการใช้วัสดุต่าง ๆ อย่างคุ้มค่า				
3. การรณรงค์และการอบรม (25%)				
3.1 การจัดทำหลักสูตรและอบรมภายใน				
3.2 การส่งพนักงานเข้ารับการอบรมภายใน				
3.3 มีการจัดทำโครงการรณรงค์ประหยัดพลังงานภายในหน่วยงาน				
3.4 พนักงานให้ความสนใจในกิจกรรมประหยัดพลังงาน				
3.5 มีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลการใช้พลังงาน				

รูปที่ 5.20 เอกสารมาตรฐานตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่

4. รายการตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่

บริเวณพื้นที่ทำการตรวจสอบ	ผลการตรวจ	CAR	SUG.

สรุป 1. สิ่งที่จะต้องทำการแก้ไข (CAR) ..... รายการ

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

บันทึกโดย .....

หัวหน้าคณะผู้ตรวจสอบการใช้พลังงาน

รับทราบโดย .....

ผู้รับผิดชอบพื้นที่

รูปที่ 5.20 เอกสารมาตรฐานตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ (ต่อ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.8.3 การจัดให้มีระบบการติดตามผลการดำเนินงานโดยการตรวจสอบการใช้พลังงาน

การปรับปรุงโดยการดำเนินการจัดให้มีระบบการติดตามผลการดำเนินงาน โดยการตรวจ-สอบการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต (Monitoring) เพื่อเป็นสิ่งที่คอยควบคุมการใช้พลังงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ คณะกรรมการจัดการด้านพลังงานได้กำหนดให้แต่ละแผนกและหน่วยงานต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตจะต้องทำการควบคุมใช้พลังงานในหน่วยงานของตน โดยใช้ระบบการติดตามผลการดำเนินงานโดยการตรวจสอบการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต (Monitoring) ดังนั้นเพื่อให้การดำเนินมาตรการในการควบคุมปริมาณการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเป็นไปอย่างมี ประสิทธิภาพ จึงต้องมีการติดตามผลการดำเนินงานโดยการตรวจสอบการใช้พลังงาน (Monitoring)ในแต่ละเดือนและเป็นการคอยป้องกันไม่ให้เกิดมีการใช้พลังงานเกินกว่าเป้าหมาย นอกจากนี้การติดตามผลการดำเนินงานโดยการตรวจสอบการใช้พลังงาน (Monitoring)ยังมีประโยชน์ในการช่วยบ่งบอกแนวโน้มของการใช้พลังงานในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิตอีกด้วย ดังนั้นเอกสารตรวจสอบการ-ใช้พลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ที่จัดทำขึ้นจะมีรูปแบบเอกสารเป็นดังตารางที่ 5.16 ต่อไปนี้

5.9 การส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มย่อยและข้อเสนอแนะด้านพลังงาน

การปรับปรุงโดยการดำเนินการส่งเสริมให้มีการทำกิจกรรมกลุ่มย่อย (QCC)และกิจกรรมข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงงาน (Suggestion) อย่างจริงจัง เนื่องจากเมื่อต้นปี 2542 ทางได้มีการสนับสนุนให้มีการทำกิจกรรมกลุ่มย่อย (QCC)และกิจกรรมข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงงาน (Suggestion) ดังนั้นจึงควรที่จะมีการสนับสนุนส่งสริมให้กิจกรรมกลุ่มย่อยและกิจกรรมข้อเสนอแนะเข้ามามีส่วนร่วมในการช่วยควบคุมดูแลปรับปรุงการทำงานเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานในกระบวนการผลิตขึ้น ด้วยเหตุนี้ จึงควรมีการส่งเสริมให้มีนำเอาเรื่องการประหยัดพลังงานมาเป็นหัวข้อในการดำเนินกิจกรรมที่จะ เกิดขึ้นในอนาคตต่อไป ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่สูงนี้ได้ดังนั้นได้จัดทำแบบข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงงานขึ้นโดยกำหนดให้มีหัวข้อการประหยัดพลังงาน ในรูปแบบเอกสารมาตรฐานเพิ่มขึ้นด้วยโดยมีรูปแบบเอกสารดังรูปที่ 5.21 และการพิจารณาข้อเสนอแนะและหัวข้อของกิจกรรมกลุ่มย่อย โดยจะกำหนดให้คณะกรรมการประหยัดพลังงานโรงงานเป็นผู้พิจารณาการผ่านหลักเกณฑ์ และดำเนิน-การปรับปรุงต่อไป

ตารางที่ 5.17 การติดตามผลการดำเนินงานโดยการตรวจสอบการใช้พลังงาน

การตรวจสอบการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต (ENERGY CONSUMPTION MONITORING)																
ITEM	DESCRIPTION	TARGET	UNIT	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	AVERAGE
1	ELECTRICAL ENERGY															
	LIMESTONE CRUSHER	1.25	Ton													
			kWh / Ton													
			Cost Saving													
	SHALE CRUSHER	1.32	Ton													
			kWh / Ton													
			Cost Saving													
	COAL CRUSHER	0.66	Ton													
			kWh / Ton													
			Cost Saving													
	COMPOUND CRUSHER	1.75	Ton													
			kWh / Ton													
			Cost Saving													
	RAW MILL	21.13	Ton													
			kWh / Ton													
			Cost Saving													
	COAL MILL	42.81	Ton													
			kWh / Ton													
			Cost Saving													
	KILN	27.10	Ton													
			kWh / Ton													
			Cost Saving													

ตารางที่ 5.17 การติดตามผลการดำเนินงานโดยการตรวจสอบการใช้พลังงาน (ต่อ)

ITEM	DESCRIPTION	TARGET	UNIT	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	AVERAGE
	CEMENT MILL															
	- PORTLAND CEMENT TYPEI	36.4	Ton													
			kWh / Ton													
			Cost Saving													
	-PORTLAND CEMENT TYPE III	71.29	Ton													
			kWh / Ton													
			Cost Saving													
	- PORTLAND CEMENT TYPE MIXED	33.22	Ton													
			kWh / Ton													
			Cost Saving													
2	**THERMAL ENERGY**	730	Ton													
			Kcal / Kg clinker													
			Cost Saving													
TOTAL SAVING			**Baht**													

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการจัดทำข้อเสนอแนะด้านการประหยัดพลังงาน

(ENERGY SUGGESTION)

ชื่อ _____ เลขประจำตัว _____ วันที่ _____

แผนก _____ ฝ่าย _____ เบอร์โทรศัพท์ติดต่อภายใน _____

เรื่อง _____

จุดมุ่งหมาย

☐ ลดการสูญเสียพลังงาน ☐ ลดการใช้งาน ☐ เพิ่มประสิทธิภาพ ☐ อื่น ๆ _____

ชนิดพลังงาน

☐ พลังงานความร้อน ☐ พลังงานไฟฟ้า ☐ พลังงานเชื้อเพลิง ☐ อื่น ๆ _____

1. สถานที่ _____

2. เครื่องจักร / อุปกรณ์ _____

3. สภาพการใช้งาน _____

_____

4. ข้อเสนอแนะในการดำเนินการปรับปรุง _____

_____

_____

5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

☐ ประหยัดพลังงานความร้อน

☐ ถ่านหิน _____ Ton ต่อ (เดือน / ครั้ง / Ton _____)

☐ น้ำมันเตา _____ ลิตร ต่อ (เดือน / ครั้ง / Ton _____)

☐ ประหยัดพลังงานไฟฟ้า _____ หน่วย ต่อ (เดือน / ครั้ง / Ton _____)

☐ ประหยัดพลังงานน้ำมัน _____ ลิตร ต่อ (เดือน / ครั้ง / Ton _____)

☐ อื่น ๆ (ระบุชนิดพลังงาน, จำนวนที่ประหยัดได้ต่อหน่วย) _____

ลงชื่อ _____

(_____)

เฉพาะเจ้าหน้าที่ วันที่รับ _____

1. การพิจารณาของคณะกรรมการ เลขที่ _____

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

2. ผลตอบแทนในการดำเนินงาน

เงินลงทุน _____ บาท

ผลตอบแทน _____ บาท / _____ ระยะเวลาคุ้มทุน _____ เดือน

3. การนำไปปฏิบัติ

☐ ดำเนินการตามข้อเสนอแนะ โดยแผนก/ฝ่าย _____ กำหนดการแล้วเสร็จวันที่ _____

☐ ยังไม่เหมาะที่จะดำเนินการเพราะ _____

รูปที่ 5.21 เอกสารจัดทำข้อเสนอแนะด้านการประหยัดพลังงาน

ผลการดำเนินงานการส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มย่อย (QCC) จากการศึกษาของผู้วิจัยจากข้อมูลการจดทะเบียนกิจกรรมหัวข้อเรื่องในการทำกิจกรรมกลุ่มย่อย (QCC) พบว่ามีการปรับปรุงเกี่ยวกับการ ปรับปรุงเพื่อการประหยัดพลังงานทั้งหมด 8 กิจกรรม จากจำนวนหัวข้อกิจกรรมทั้งหมดที่ได้ทำการจดทะเบียนแล้ว 42 กิจกรรม (ข้อมูลจากเดือน ม.ค 43 ถึง พ.ค 43) ดังนั้นจึงควรต้องทำการรณรงค์เผยแพร่ส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มย่อย (QCC) เพื่อการประหยัดพลังงานให้มากขึ้นต่อไป และในส่วนของการดำเนินการส่งเสริมกิจกรรมข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงงาน (Suggestion) จากข้อมูลข้อเสนอแนะ ที่ส่งเข้ารับการพิจารณาเพื่อทำการปรับปรุงงานนั้นมีข้อเสนอแนะด้านพลังงาน 17 หัวข้อที่พนักงานทำการส่งเข้ารับการพิจารณา (ข้อมูลจากเดือน ม.ค 43 ถึง พ.ค 43) และข้อเสนอแนะด้านพลังงานที่ส่งเข้ารับการพิจารณาทั้ง 17 หัวข้อนั้นคณะกรรมการประหยัดพลังงานโรงงานได้ทำการพิจารณาให้ดำเนินการตามข้อเสนอแนะจำนวน 11 หัวข้อ ซึ่งได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วจำนวน 4 หัวข้อ และอยู่ในระหว่างดำเนินการ 7 หัวข้อ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6.

ทำการเปรียบเทียบและประเมินผลที่ได้รับ

จากการที่ได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุความสูญเสียในการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ที่เกิดขึ้นและได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขระบบการจัดการในส่วนต่าง ๆ ที่ผ่านมา จึงได้ทำการเก็บข้อมูลผลการดำเนินการหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้รับดังนี้

6.1 การเปรียบเทียบและประเมินผลด้านพลังงานไฟฟ้า

จากการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานโดยการสำรวจสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า การควบคุมพลังงานไฟฟ้า และดำเนินมาตรการประหยัดพลังงานอย่างจริงจัง โดยได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงทำให้เกิดผลการดำเนินการ จากการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6.1 อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังทำการปรับปรุง

ปี	เดือน	อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซิเมนต์ Kwh / Ton Cement	อัตราค่าไฟฟ้าต่อผลผลิตปูนซิเมนต์ Baht / Ton Cement	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า Baht / Kwh
2542	กรกฎาคม	120.64	147.17	1.220
2542	สิงหาคม	122.76	143.89	1.172
2542	กันยายน	117.64	134.03	1.139
2542	ตุลาคม*	116.23	127.33	1.096
2542	พฤศจิกายน	115.54	126.42	1.094
2542	ธันวาคม	115.37	126.33	1.095
2543	มกราคม	114.81	125.61	1.094
2543	กุมภาพันธ์**	113.78	122.13	1.073
2543	มีนาคม	114.68	121.92	1.063
2543	เมษายน	113.94	121.36	1.065
2543	พฤษภาคม	114.47	121.58	1.062
2543	มิถุนายน	114.68	120.90	1.054

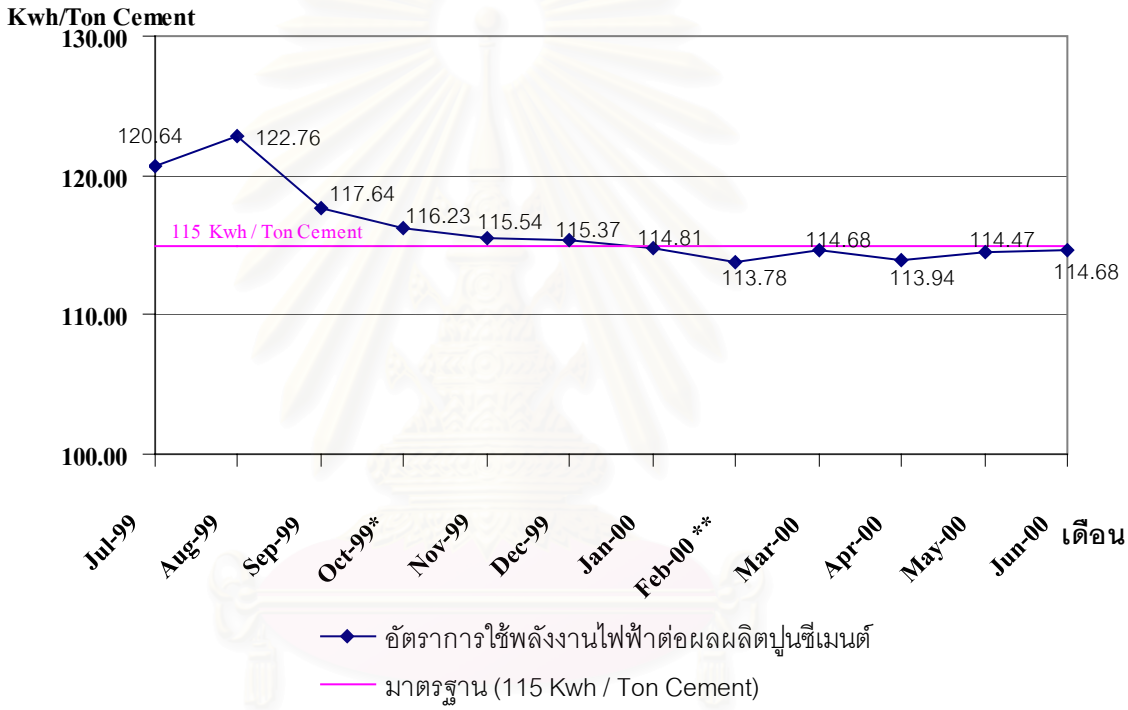
ที่มา แผนกไฟฟ้า บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

หมายเหตุ อัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะไม่รวมค่า FT Charge และ VAT

*เริ่มทำการปรับปรุงเดือนตุลาคม ปี 2542 **Shut down ประจำปี

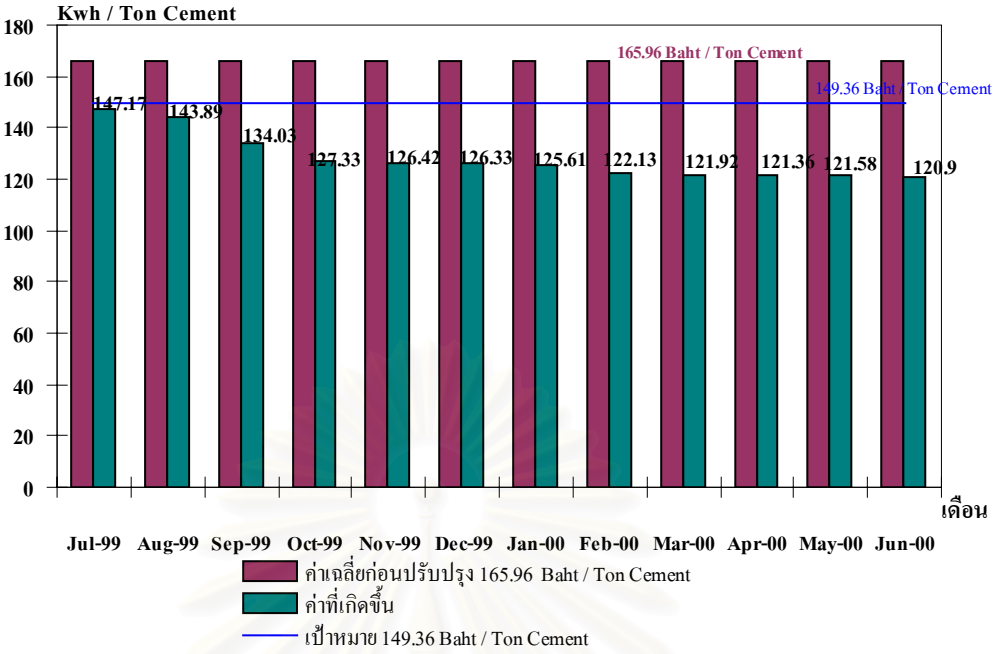
ผลที่เกิดขึ้นหลังจากทำการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในส่วนของพลังงานไฟฟ้ามีดังต่อไปนี้

(ก) จากมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 110-115 Kwh / Ton Cement และข้อมูลจากตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์ที่ได้ทำการปรับปรุงสามารถทำได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์หลังจากทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับมาตรฐานการใช้พลังงานสามารถแสดงเป็นกราฟเปรียบเทียบได้ดังรูปกราฟที่ 6.1 ต่อไปนี้



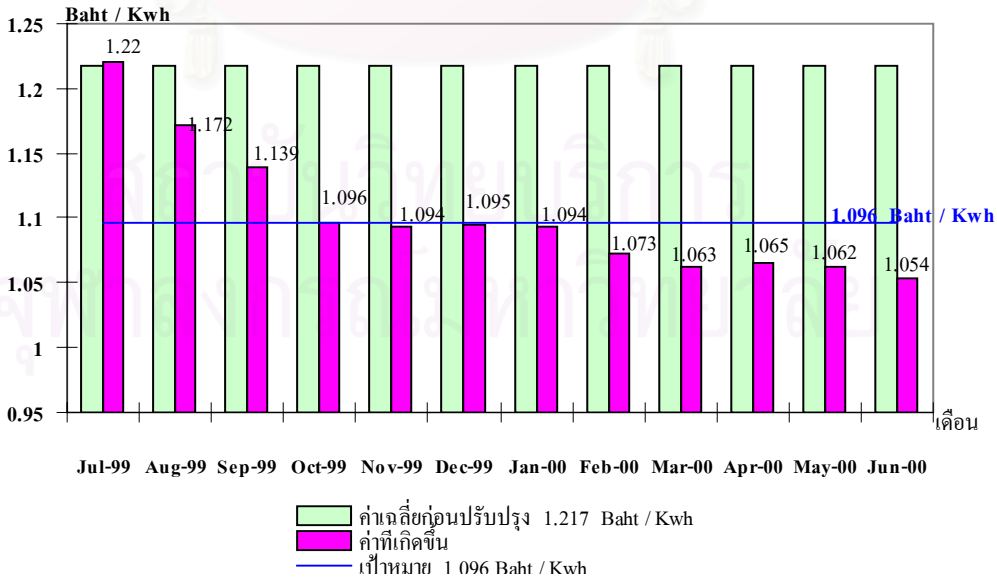
รูปที่ 6.1 กราฟอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบกับมาตรฐาน

(ข) จากเป้าหมายอัตราค่าไฟฟ้าต่อผลผลิตปูนซีเมนต์เท่ากับ 149.36 Baht / Ton Cement และค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 165.96 Baht / Ton Cement จากข้อมูลในตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าอัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ต่อผลผลิตที่เกิดขึ้นมีค่าต่ำกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ ดังนั้นจากแนวโน้มลดลงของอัตราค่าไฟฟ้าต่อผลผลิตปูนซีเมนต์สามารถแสดงเป็นกราฟเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้และค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงได้ดังรูปกราฟที่ 6.2 ต่อไปนี้



รูปที่ 6.2 กราฟอัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซิเมนต์หลังการปรับปรุงเทียบกับเป้าหมาย

(ค) จากเป้าหมายอัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าซึ่งเท่ากับ 1.096 Baht / Kwh และค่าเฉลี่ยก่อนทำการปรับปรุงเท่ากับ 1.217 Baht / Kwh จากข้อมูลที่เกิดขึ้นหลังจากทำการปรับปรุงในตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าหลังจากทำการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานแล้วอัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นต่ำกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ซึ่งสามารถแสดงได้ดังกราฟรูปที่ 6.3 ต่อไปนี้



รูปที่ 6.3 กราฟอัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าหลังการปรับปรุงเทียบกับเป้าหมาย

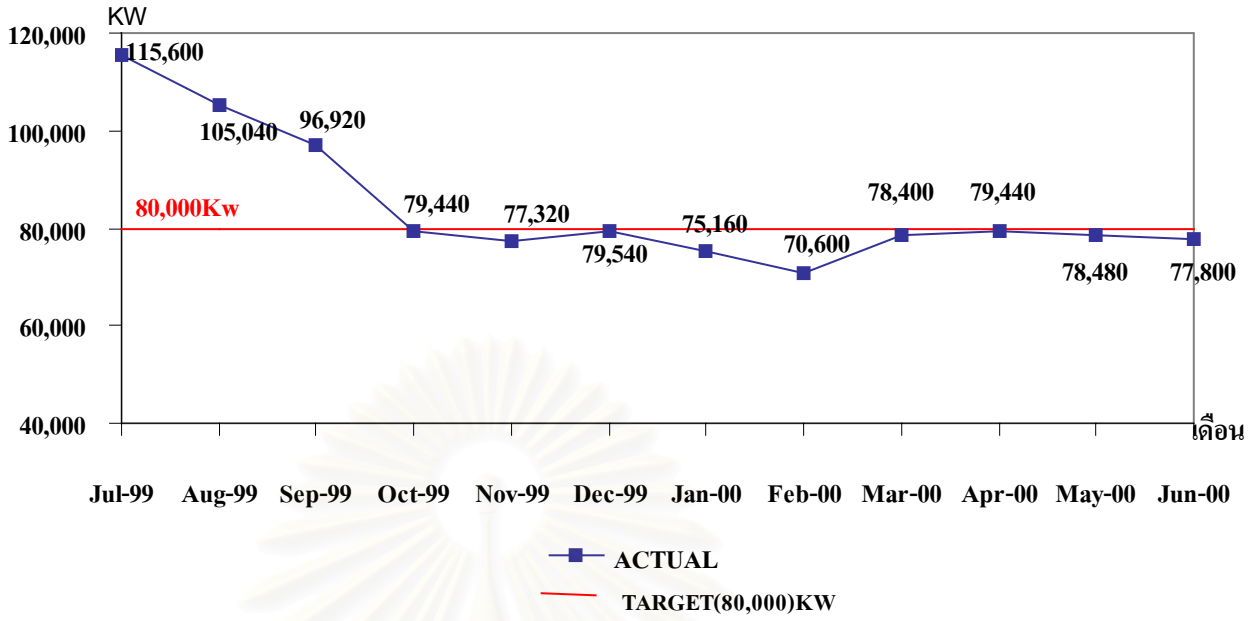
(ง) จากการปรับปรุงการวางแผนในการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตในช่วงเวลา Peak ไม่ให้เกิน 80 Mw ทำให้ได้ผลที่เกิดขึ้นหลังจากการปรับปรุงดังนี้

ตารางที่ 6.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าในช่วง Peak หลังจากปรับปรุง

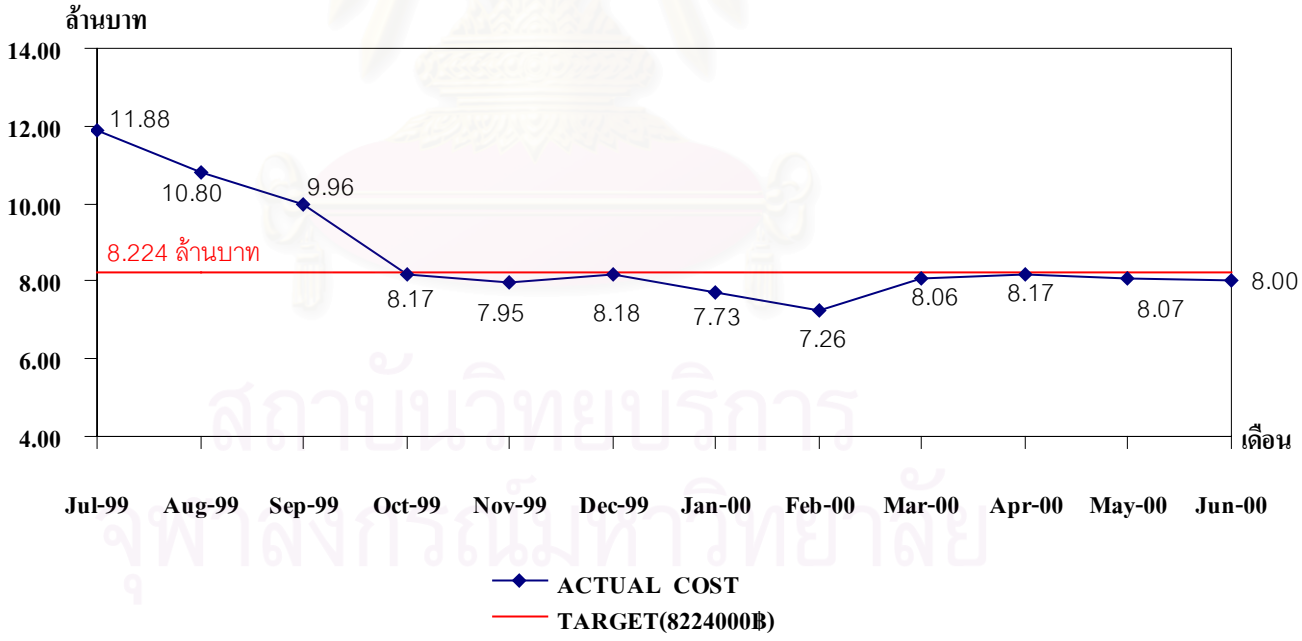
ปี	เดือน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา Peak Kwh	ค่าไฟฟ้าในช่วงเวลา Peak Baht
2542	กรกฎาคม	115,600	11,883,680
2542	สิงหาคม	105,040	10,798,112
2542	กันยายน	96,920	9,963,376
2542	ตุลาคม	79,440	8,166,432
2542	พฤศจิกายน	77,320	7,948,496
2542	ธันวาคม	79,540	8,176,712
2543	มกราคม	75,160	7,726,448
2543	กุมภาพันธ์	70,600	7,257,680
2543	มีนาคม	78,400	8,059,520
2543	เมษายน	79,440	8,166.432
2543	พฤษภาคม	78,480	8,067,744
2543	มิถุนายน	77,800	7,997.840

จากข้อมูลที่เกิดขึ้นหลังการปรับปรุงจะเห็นได้ว่าค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าในช่วง Peak มีค่าลดลงอย่างมากเมื่อทำการเปรียบเทียบกับเป้าหมาย (80 Mw หรือ 822400 บาท) จะได้กราฟดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.4 กราฟปริมาณการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak หลังจากปรับปรุงเทียบกับเป้าหมาย



รูปที่ 6.5 กราฟค่าไฟฟ้าในช่วง Peak หลังจากปรับปรุงเทียบกับเป้าหมาย

ผลที่ได้หลังจากทำการปรับรุงสามารถประมาณการณ์ค่าไฟฟ้าที่ลดลงเปรียบเทียบกับมาตรฐานและค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 6.3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงกับมาตรฐาน

อัตราค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุง*	
อัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานประมาณการณ์	123.74 Baht/Ton Cement
อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง	165.96 Baht/Ton Cement
อัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นต่อปริมาณปูนซีเมนต์	123.73 Baht/Ton Cement
อัตราค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้ามาตรฐานประมาณการณ์	ต่ำกว่า 0.0081 (%)
อัตราค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง	ต่ำกว่า 25.44 (%)

*รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง., หน้า 293

- หลังจากทำการปรับปรุง(ต.ค 42 – มิ.ย 43) จะมีค่าไฟฟ้าที่ต่ำกว่ามาตรฐานเท่ากับ 45,835 บาท

- หลังจากทำการปรับปรุง(ต.ค 42 – มิ.ย 43) จะมีผลผลิตปูนซีเมนต์ เท่ากับ 4.58 ล้านตัน ค่าไฟฟ้าหลังจากทำการปรับปรุงแล้วเมื่อเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นก่อนทำการปรับปรุง(อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนทำการปรับปรุง X ผลผลิตปูนซีเมนต์ที่เกิดขึ้น) จะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 193.53 ล้านบาท** โดยสามารถค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแสดงในตารางที่ 6.4 และสามารถเปรียบเทียบเป็นกราฟการประหยัดค่าใช้จ่ายหลังการปรับปรุงได้รูปกราฟที่ 6.6 ดังนี้

**รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง., หน้า 291

ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุง

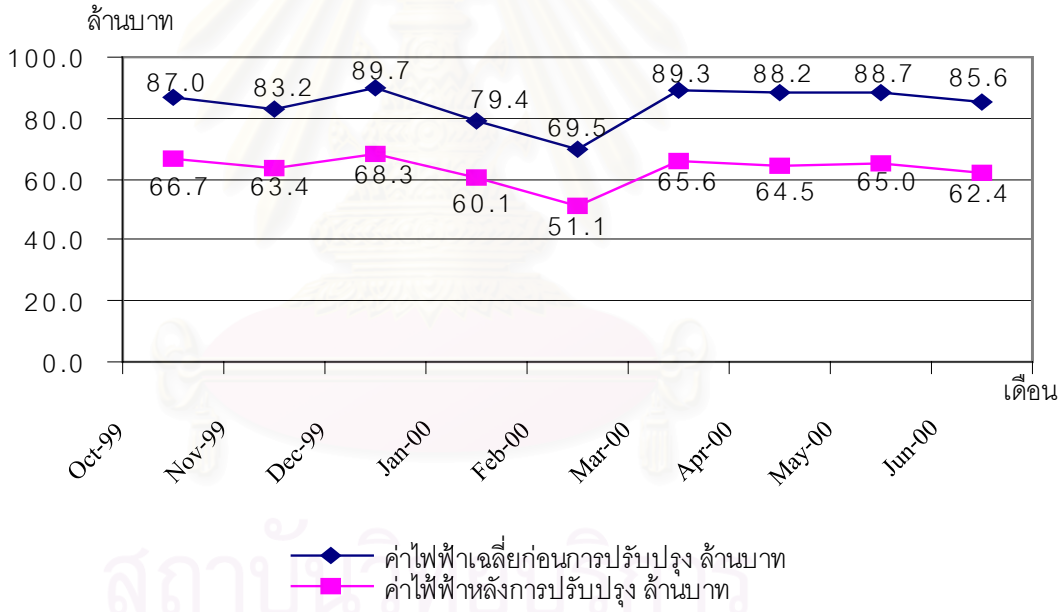
เดือน	ผลผลิตปูนซีเมนต์ Ton Cement	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง Baht	ค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุง Baht
ต.ค 42	524,215	86,998,721	66,749,343
พ.ย 42	501,539	83,235,412	63,404,380
ธ.ค 42	540,603	89,718,474	68,291,737
ม.ค 43	478,696	79,444,388	60,130,357
ก.พ 43	418,714	69,489,775	51,135,639

ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุง (ต่อ)

เดือน	ผลผลิตปูนซีเมนต์ Ton Cement	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง Baht	ค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุง Baht
มี.ค 43	537,970	89,281,501	65,591,018
เม.ย 43	531,161	88,151,480	64,461,738
พ.ค 43	534,592	88,720,888	64,994,776
มิ.ย 43	516,037	85,641,501	62,386,703

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

หมายเหตุ ค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะไม่รวมค่า FT Charge และ VAT



รูปที่ 6.6 กราฟเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุง

6.2 การเปรียบเทียบและประเมินผลด้านพลังงานความร้อน

จากการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานความร้อนโดยการสำรวจและดำเนินการแก้ไขสภาพการรั่วไหลของพลังงานความร้อน การปรับปรุงช่วงเวลาในการอุ่นน้ำมันเตา และดำเนินมาตรการประหยัดพลังงานอย่างจริงจัง โดยได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงทำให้เกิดผลการดำเนินการ จากการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานความร้อนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6.5 อัตราการใช้พลังงานความร้อนหลังการปรับปรุง

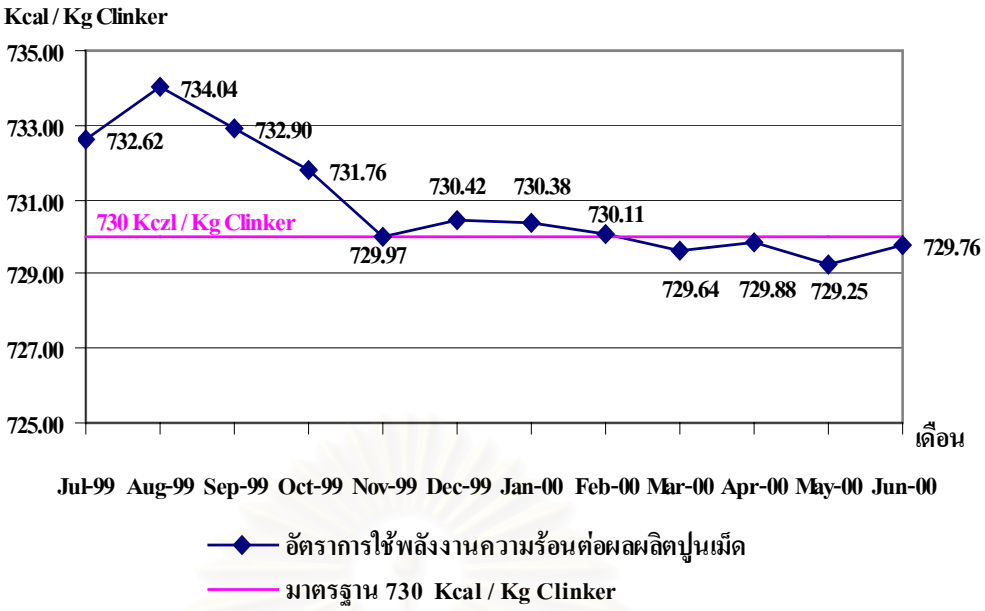
ปี	เดือน	อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด Kcal / Kg Clinker	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด Baht / Ton Clinker	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อปริมาณความร้อน Baht / Million Kcal
2542	กรกฎาคม	732.62	137.89	188.22
2542	สิงหาคม	734.04	138.36	188.49
2542	กันยายน	732.90	136.02	185.60
2542	ตุลาคม*	731.76	136.79	186.93
2542	พฤศจิกายน	729.97	136.45	186.93
2542	ธันวาคม	730.42	137.06	187.65
2543	มกราคม	730.38	137.65	188.47
2543	กุมภาพันธ์**	730.11	137.96	188.96
2543	มีนาคม	729.64	137.08	187.88
2543	เมษายน	729.88	137.20	187.97
2543	พฤษภาคม	729.25	135.96	186.44
2543	มิถุนายน	729.36	135.29	185.40

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

*เริ่มทำการปรับปรุงเดือนตุลาคม ปี 2542 **Shut down ประจำปี

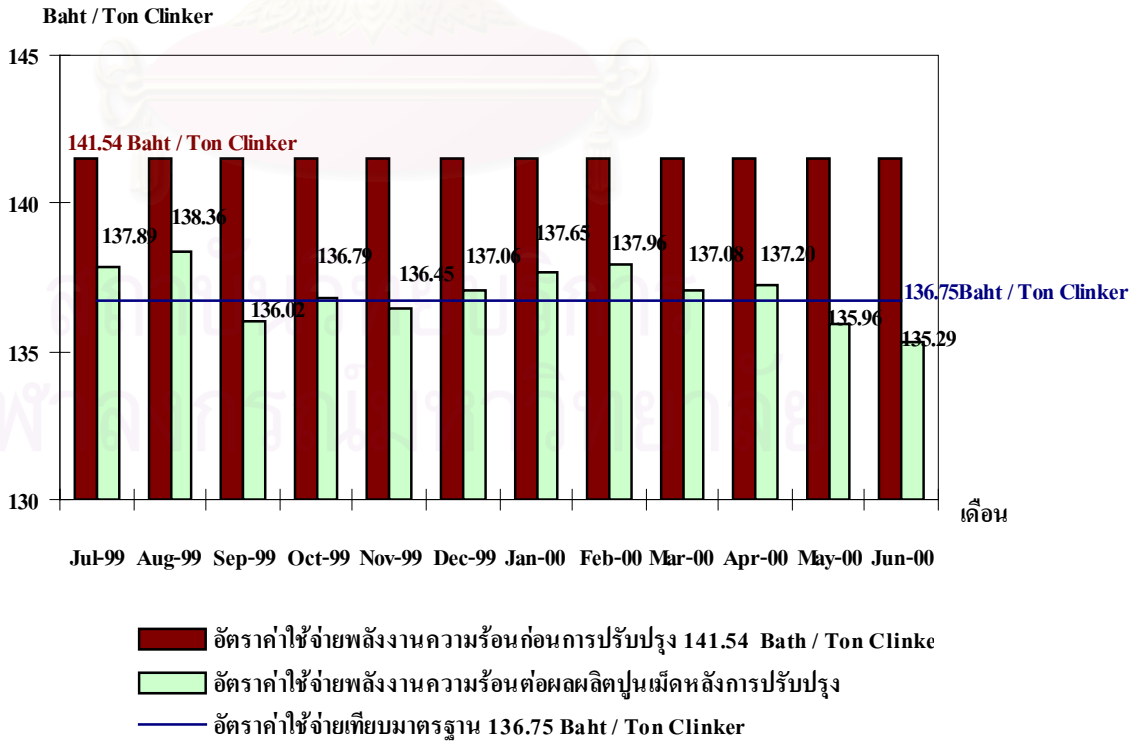
ผลที่เกิดขึ้นหลังจากทำการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในส่วนของพลังงานความร้อนมีดังต่อไปนี้

(ก) จากมาตรฐานการใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ 730 Kcal / Kg Clinker และ ข้อมูลจากตารางที่ 6.5 จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ที่ได้ทำการปรับปรุงสามารถทำได้ตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องจักร ดังนั้นการใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์หลังจากทำการปรับปรุงเปรียเทียบกับมาตรฐานการใช้พลังงานสามารถแสดงเป็นกราฟเปรียบเทียบได้ดังรูปกราฟที่ 6.7 ต่อไปนี้



รูปที่ 6.7 กราฟเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานความร้อนกับค่ามาตรฐาน

(ข) จากอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนเทียบเท่ามาตรฐานต่อผลผลิตปูนเม็ดซึ่งเท่ากับ 136.75 Baht / Ton Clinker และค่าเฉลี่ยก่อนทำการปรับปรุงเท่ากับ 141.54 Baht / Ton Clinker จากข้อมูลที่เกิดขึ้นหลังจากทำการปรับปรุงในตารางที่ 6.5 จะเห็นได้ว่าหลังจากทำการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานแล้วอัตราค่าพลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด



ที่เกิดขึ้นต่ำกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ซึ่งสามารถแสดงได้ดังกราฟรูปที่ 6.8 ต่อไปนี้

รูปที่ 6.8 กราฟเปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน

ผลที่ได้หลังจากทำการปรับรุงสามารถประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่ลดลงเปรียบเทียบกับมาตรฐานและค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 6.6 ต่อไปนี้

ตารางที่ 6.6 เปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุง

อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุง[***]	
อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนมาตรฐานประมาณการณ์	136.75 Baht/Ton Clinker
อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง	141.54 Baht/Ton Clinker
อัตราค่าใช่จ่ายพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นต่อผลผลิต	136.77 Baht/Ton Clinker
อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนประมาณการณ์มาตรฐาน	สูงกว่า 0.015 (%)
อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับอัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง	ต่ำกว่า 3.37 (%)

[***]รายละเอียดแสดงอยู่ในภาคผนวก ง., หน้า 294

- หลังจากทำการปรับปรุง(ต.ค 42 – มิ.ย 43) จะมีค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่สูงกว่ามาตรฐานเท่ากับ 102,755 บาท

- หลังจากทำการปรับปรุง (ต.ค 42 – มิ.ย 43) จะมีผลผลิตปูนเม็ดเท่ากับ 5.13 ล้านตัน ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนหลังจากทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนก่อนทำการปรับปรุง(อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนเฉลี่ยก่อนทำการปรับปรุง X ผลผลิตปูนเม็ดที่เกิดขึ้น) จะประหยัดค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนได้ 24.48 ล้านบาท[****] โดยสามารถค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นแสดงในตารางที่ 6.7 และสามารถเปรียบเทียบเป็นกราฟการประหยัดค่าใช้จ่ายหลังการปรับปรุงได้ดังรูปที่ 6.9 ต่อไปนี้

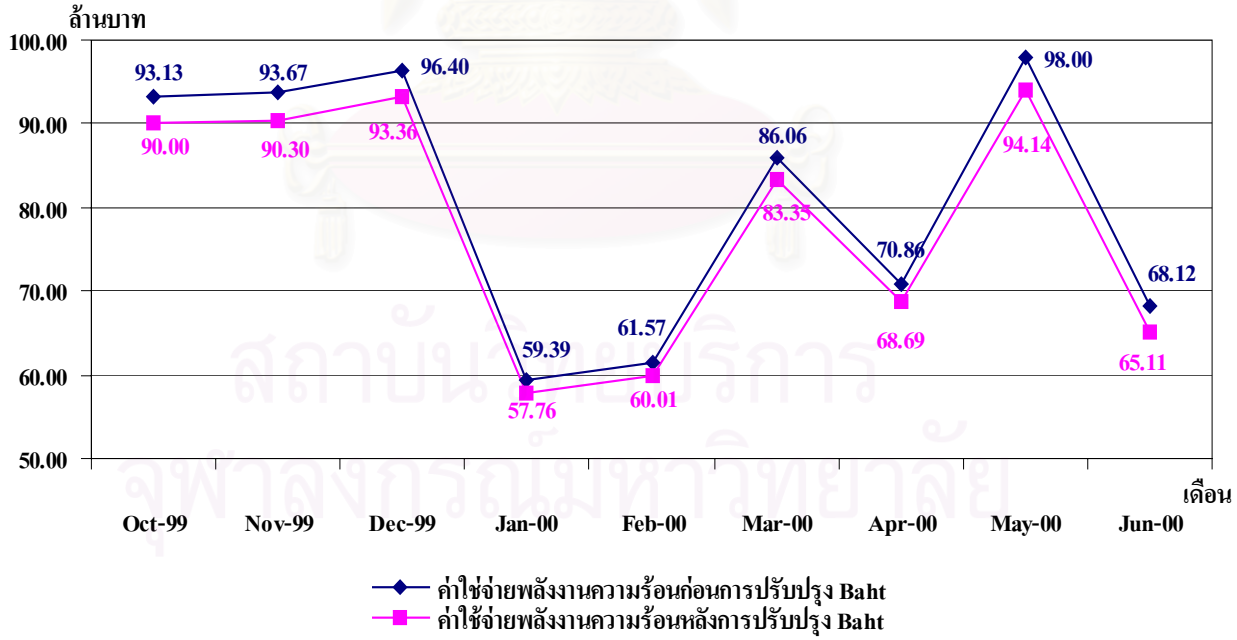
[****]รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง., หน้า 292

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.7 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนก่อนและหลังการปรับปรุง

เดือน	ผลผลิตปูนเม็ด Ton Clinker	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนก่อนการปรับปรุง Baht	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุง Baht
ต.ค 42	657,943	93,125,206	89,999,000
พ.ย 42	661,800	93,671,171	90,302,500
ธ.ค 42	681,106	96,403,680	93,355,500
ม.ค 43	419,602	59,390,467	57,758,900
ก.พ 43	434,994	61,569,008	60,013,730
มี.ค 43	608,010	86,057,669	83,347,770
เม.ย 43	500,633	70,859,613	68,685,050
พ.ค 43	692,404	98,002,932	94,140,290
มิ.ย 43	481,266	68,118,426	65,112,380

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง



รูปที่ 6.9 กราฟเปรียบค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนก่อนและหลังการปรับปรุง

6.3 การเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้พลังงาน

ทำการเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเพื่อที่จะทราบได้ว่าผลการดำเนินงานของการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงนั้นมีสมรรถภาพที่ดีขึ้นเพียงใดโดยทำการเปรียบเทียบกับปี 2540 ได้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 6.8 สมรรถภาพพลังงานหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับปี 2540

สมรรถภาพพลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตปูนเม็ด (%)	เพิ่มขึ้น 1.61
สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ (%)	เพิ่มขึ้น 3.75

รายละเอียดข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ง., หน้า 295-296

จากผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพพลังงานทำให้ทราบว่าหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานแล้ว ผลงานการปรับปรุงที่เกิดขึ้นขององค์กรสามารถทำการปรับปรุงการใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตปูนเม็ด และพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ซึ่งจะทำให้กระบวนการผลิตเกิดการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ในส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าสมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์มีค่าเพิ่มขึ้น 3.75 % เมื่อเทียบกับปี 2540 ที่ผ่านมา ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่บ่งบอกได้ว่าการดำเนินงานด้านพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์เมื่อเทียบกับปี 2540 นั้นประสบผลสำเร็จ สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ขึ้นและคุ้มกับค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไป

2. ในส่วนของการใช้พลังงานความร้อน ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าสมรรถภาพพลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตปูนเม็ดมีค่าเพิ่มขึ้น 1.61 % เมื่อเทียบกับปี 2540 ที่ผ่านมา ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่บ่งบอกได้ว่าการดำเนินงานด้านพลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตปูนเม็ดเมื่อเทียบกับปี 2540 นั้นประสบผลสำเร็จ สามารถใช้พลังงานความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทที่ 7

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและวิเคราะห์การจัดการด้านพลังงานของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ที่เกิดขึ้น และได้ดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานโดยมีแนวทางในการปรับปรุงดังต่อไปนี้

1. การปรับปรุงองค์กรการจัดการด้านพลังงานให้สามารถดำเนินงานให้เข้าถึงทุกส่วนในกระบวนการผลิต
2. การพัฒนาและเผยแพร่นโยบายพลังงานจากผู้บริหารระดับสูง
3. การจัดทำแผนดำเนินงานในการประหยัดพลังงาน
4. การวางแผนในการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้เหมาะสมโดยการควบคุมปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด
5. การกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต
6. การจัดทำระบบการสำรวจและประเมินผลการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

7.1 สรุปผลการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน

จากการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานที่เกิดขึ้นดังกล่าว พอสรุปผลที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

- อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ดสามารถที่จะได้ตามมาตรฐานเครื่องจักรของผู้ผลิต ที่ 730 Kcal/Kg Clinker
- อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์สามารถที่จะได้ตามมาตรฐานผู้ผลิตที่ 110-115 Kwh / Ton Cement
- อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ดลดลง 3.37 % คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง 24.48 ล้านบาท
- อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ลดลง 25.44 % คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง 193.53 ล้านบาท
- ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสามารถที่จะลดได้ประมาณ 218.01 ล้านบาท
- สมรรถภาพพลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตปูนเม็ดหลังทำการปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้น 1.61 %
- สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์หลังทำการปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้น 3.75 %

7.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานที่ควรจะวางแผนดำเนินการต่อไป พอสรุปได้ดังนี้

7.2.1 ข้อเสนอแนะด้านพลังงานไฟฟ้า

ข้อเสนอแนะการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้ามีดังนี้

ก. ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในช่วงเวลาต่าง ๆ ของปี
ข. ทำการศึกษาถึงผลกระทบของการซ่อมบำรุงต่อการประหยัดพลังงาน
ค. ศึกษาถึงผลกระทบของการจัดตารางการผลิตที่มีต่อการจัดการพลังงาน
ง. ทำการสำรวจมอเตอร์ที่ใช้งานทั้งหมดในโรงงาน
จ. ทำการสำรวจระบบปรับอากาศทั้งหมดในห้องสถานีงานย่อย
ฉ. ให้มีการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องเพื่อให้พนักงานทราบว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นอยู่ ณ สภาวะการณ์ใด

ต้องทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในช่วงเวลาต่าง ๆ ของปี โดยละเอียดเพื่อทราบถึงผลกระทบของตัวแปรที่อาจมีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เช่น ในฤดูฝนจะทำให้วัตถุดิบที่ใช้ในการบดของหน่วยงาน Raw mill มีความชื้นสูงทำให้เกิดติดตันที่บริเวณ Chute ต่าง ๆ ทำให้ต้องลดประสิทธิภาพในการผลิตลง หรืออาจจะต้องมีการเดินเครื่องจักรตัวเปล่า เช่น ระบบสายพานลำเลียง (Belt conveyor) เพื่อรอคอยวัตถุดิบ ทำให้มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าปัจจัยของช่วงเวลาต่าง ๆ ของปีจะมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไป ดังนั้นถ้าสามารถทราบได้ว่าในแต่ละช่วงเวลาจะมีผลกระทบอย่างไรต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน จะทำให้สามารถทำการวางแผนการเดินเครื่องจักรให้เหมาะสม และวางแผนการเก็บวัตถุดิบให้เพียงพอและมีความชื้นต่ำเป็นต้น

ควรทำการศึกษาถึงผลกระทบของการซ่อมบำรุงต่อการประหยัดพลังงาน โดยในการทำการซ่อมบำรุงในแต่ละครั้งจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเข้ามามีส่วนช่วยอย่างมาก ถ้าสามารถทำการวางแผนการซ่อมบำรุงให้เหมาะสมกับเวลาในการคิดค่าไฟฟ้าจากทางการไฟฟ้าแล้วก็จะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ เช่น ควรทำการทดสอบการทำงานของเครื่องจักรหลังจากทำการซ่อมบำรุงแล้ว (Test run) ในช่วงเวลา Off Peak สำหรับเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่และใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูง

ศึกษาถึงผลกระทบของการจัดตารางการผลิตที่มีต่อการจัดการพลังงานเพื่อที่จะทราบได้ว่าตารางการผลิตและแผนการเดินเครื่องจักรนั้นสอดคล้องกับแผนงานของการจัดการด้านพลังงานหรือไม่ เพื่อที่จะได้ทำการปรับปรุงให้ตารางการผลิตและแผนงานการจัดการด้านพลังงานให้สอดคล้องกันต่อไป

ควรทำการสำรวจมอเตอร์ที่ใช้งานทั้งหมดในโรงงานโดยทำการตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าในขณะที่ไม่มีภาระงานและในขณะที่ใช้งานเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของมอเตอร์แต่ละตัวที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะใช้ในการวางแผนในการเดินเครื่องจักรต่อไป

ควรทำการจำแนกมอเตอร์ที่ใช้งานทั้งหมดในโรงงานโดยทำการแบ่งลำดับความสำคัญของมอเตอร์ที่ใช้งานเพื่อที่จะวางแผนในการปรับเปลี่ยนมอเตอร์ให้เหมาะสมกับภาระงานที่เกิดขึ้นเพื่อการประหยัดพลังงานในระยะยาว

ควรทำการสำรวจระบบปรับอากาศทั้งหมดในห้องสถานีงานย่อย ณ พื้นที่งานแต่ละส่วน (Substation) ต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะได้วางแผนในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศดังกล่าวต่อไป ซึ่งจะเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้

ต้องมีการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องเพื่อให้พนักงานในทุก ๆ ส่วนทราบว่าขณะนี้ได้ดำเนินกิจกรรมที่เกิดขึ้นอยู่ ณ สภาวะการณ์ใด และมีแผนการดำเนินงานอย่างใดเพื่อที่จะได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และควรให้พนักงานเข้ามามีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมโดยทำการสร้างจิตสำนึกให้พนักงานโดยให้ถือเสมือนหนึ่งว่าบริษัทเป็นบ้านของตนเอง

7.2.2 ข้อเสนอแนะด้านพลังงานความร้อน

ข้อเสนอแนะการจัดการด้านพลังงานความร้อนมีดังนี้

ก. ทำการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตถ่านหิน
ข. อบรมให้ความรู้กับด้านการเลือกใช้วัสดุเชื้อเพลิง
ค. ให้มีการนำเอาวัสดุเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วในกระบวนการผลิตมาใช้เป็นเชื้อเพลิง
ง. การศึกษาถึงการนำเอา Petroleum coke มาใช้ร่วมกับถ่านหิน
จ. ให้มีการนำเอาความร้อนจาก Radiation kiln shell ไปประยุกต์ใช้

ฉ. ศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในช่วงเวลาต่าง ๆ ของปี

ช. ศึกษาผลกระทบด้านจิตวิทยาการทำงานของพนักงานในด้านการจัดการพลังงานที่เกิดขึ้น

ซ. ศึกษาผลกระทบการใช้ปริมาณอากาศที่เหมาะสมในกระบวนเผาไหม้ในเตาเผา

ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตถ่านหินเพื่อที่จะเป็นแนวทางในการช่วยในการเลือกใช้ถ่านหินให้เหมาะสม และได้ถ่านหินที่มีคุณภาพดีให้ปริมาณความร้อนที่สูง ซึ่งจะช่วยในการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนได้อีกทางหนึ่ง จากการที่พลังงานความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง โดยกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์จะใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงหลักและเนื่องจากถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่เกิดจากซากฟอสซิล ดังนั้นเมื่อนำไปเผาไหม้จึงก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (S) ออกไซด์ของไนโตรเจน(N) และฝุ่นละออง ปลดปล่อยสู่บรรยากาศเป็นปริมาณมาก เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด (Clean Coal Technologies) เป็นวิธีการสำคัญในการลดปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อยออกมาเนื่องจากการเผาไหม้ถ่านหิน โดยมีจุดมุ่งหมายหลักในการศึกษาคือ การลดปริมาณสารปนเปื้อนที่ก่อให้เกิดมลพิษซึ่งเจือปนมากับถ่านหินก่อนนำไปเผาไหม้ เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเผาไหม้ถ่านหิน อีกทั้งยังช่วยในการกำจัดหรือลดปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อยออกมาหลังจากการเผาไหม้ถ่านหินได้อีกด้วย

จัดการอบรมให้ความรู้กับด้านการเลือกใช้วัสดุเชื้อเพลิงให้คุ้มค่าและเหมาะสมกับฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายควบคุมคุณภาพ เป็นต้น เพื่อที่จะช่วยในการหาแหล่งวัสดุเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เพื่อที่จะนำมาใช้ในกระบวนการเผาไหม้ให้ได้พลังงานความร้อนคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไป

ให้มีการนำเอาวัสดุเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วในกระบวนการผลิตมาใช้เป็นเชื้อเพลิงที่เตาเผาปูนซีเมนต์ เช่น น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว จาระบี ยางรถยนต์เก่า เป็นต้น โดยทั้งนี้ต้องศึกษาถึงผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และปริมาณการใช้ที่เหมาะสม เพื่อที่จะเป็นแนวการในการกำจัดขยะที่เกิดขึ้น อีกทั้งยังช่วยในการประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของวัตถุดิบที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการเผาไหม้อีกด้วย เตาเผาของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์จัดว่าเป็นอุปกรณ์ที่วิเศษสำหรับการนำพลังงานมาใช้ใหม่ และยังเป็นวิธีการที่ทรงประสิทธิภาพในการทำลายของเสียที่กำจัดได้ยากด้วยการเผาโดยใช้ความร้อนสูง เตาเผาของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์สามารถเผาขยะที่มีต้นกำเนิดและประเภทที่แตกต่างกันอย่างมากได้ (ของแข็ง ของเหลว หรือกาก) ความร้อนที่สูงของเตาเผาของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่วิเศษสุด

สำหรับการกำจัดน้ำมันที่ใช้แล้วและสารละลายเชิงอุตสาหกรรม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งสาร-ประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนที่สามารถทำลายได้ในอุณหภูมิที่สูงมาก ๆ เช่น ธาตุโลหะ อาจจะปนอยู่ในเชื่อเพลิงทดแทน วัตถุดิบ และน้ำมันเชื้อเพลิงธรรมดาที่ใช้ในเตาเผา ธาตุโลหะเหล่านี้จะถูกจับยึดไว้อย่างถาวรในโครงสร้างผลึกของปูนซิเมนต์ ทางเลือกของการใช้เตาเผาในการกำจัดของเสียถือเป็นการคิดค้นในเชิงบวกสำหรับการปกป้องและคุ้มครองสิ่งแวดล้อม และด้วยเหตุนี้จึงถือเป็นโอกาสที่ดีสำหรับอุตสาหกรรมไทย เมื่อพิจารณาจากธรรมชาติของกระบวนการในการเผาปูนซีเมนต์ การเลือกใช้เตาเผาของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ในการกำจัดของเสีย เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดในหลาย ๆ ด้าน และจะช่วยให้เกิดประโยชน์ ในการลดค่าใช้จ่ายด้านวัสดุเชื้อเพลิง การนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์คุ้มค่า การลดปริมาณของเสียที่ปล่อยทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม และยังช่วยกำจัดของเสียที่มีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ โดยประโยชน์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้สามารถทำได้โดยไม่บั่นทอนคุณภาพของปูนซีเมนต์ ซึ่งจะต้องทำการศึกษาและใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

ให้มีการศึกษาถึงการนำเอา Petroleum coke มาใช้ร่วมกับถ่านหิน โดยPetroleum coke เป็นผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมยม โดยในกระบวนการกลั่นตามลำดับส่วนเพื่อผลิตน้ำมันปิโตรเลี่ยมช่วยสุดท้ายจะเกิดกากตะกอน (Sludge) ขึ้นถ้านำเอากากตะกอน (Sludge) นำมาให้ความร้อนโดยไม่มีออกซิเจน จะได้สารประกอบคาร์บอนที่เรียกว่า Petroleum coke และขี้เถ้า ซึ่ง Petroleum coke จะมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงโดยให้ค่าปริมาณความร้อน (Heat valve) ประมาณ 8,000-10,000 Kcal / Kg ปริมาณความร้อนที่ได้นี้เทียบเท่าได้กับถ่านหินคุณภาพดีจำพวก Anthracite ซึ่งมีราคาสูงและมีในต่างประเทศเท่านั้น ดังนั้นควรมีการศึกษาถึงการนำ Petroleum coke มาใช้ร่วมกับถ่านหิน เพื่อศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งในเรื่องของค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน และปัจจัยของ Petroleum coke ที่จะส่งผลถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

ควรมีการนำเอาความร้อนจาก Radiation kiln shell ไปประยุกต์ใช้ในการไล่ความชื้นให้กับวัตถุดิบเพื่อที่จะลดปัญหาการติดตันของวัตถุดิบ และลดการเดินเครื่องจักรตัวเปล่าเพื่อรอคอยวัตถุดิบเป็นต้น ซึ่งจะเป็นการใช้ประโยชน์จากพลังงานให้ได้เกิดความคุ้มค่าที่ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอกให้คุ้มค่าอย่างหนึ่ง ปริมาณความร้อนที่ได้จาก Radiation kiln shell เป็นปริมาณความร้อนที่ผ่านอิฐและผนังเตาออกสู่บรรยากาศภายนอกซึ่งเป็นความร้อนที่มีปริมาณที่สูง จากปริมาณความร้อนที่ออกสูบรรยากาศนี้ถ้าเรามีการนำไปใช้ประโยชน์ในการไล่ความชื้นให้วัตถุดิบจำพวก หินเชลล์หรือหินดินดาน แร่เหล็ก ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ โดยวัตถุดิบดังกล่าวจะมีปริมาณความชื้นสูง และโดยเฉพาะหน้าฝน จะทำให้วัตถุดิบมีการติดตันในถังเก็บวัตถุดิบ (Bin) และช่องส่งผ่านวัตถุดิบ (Chute) ได้ง่ายทำให้ในบางครั้งต้อง ทำการหยุดเครื่องจักรและต้องใช้คนเข้าทำการเคลียร์ให้วัตถุดิบไหลเป็นปกติ ถ้าวัตถุดิบไม่

ไหลจะทำให้คุณภาพของ ผลผลิตไม่ได้โดยเฉพาะในส่วนของ Raw meal จะทำให้ การเกิดปฏิกริยาทางเคมีในการรวมตัวเกิดเป็นปูนเม็ดไม่สมบูรณ์ทำให้คุณภาพของปูนเม็ดไม่ได้ จากปริมาณความร้อนที่ออกสู่บรรยากาศจากบริเวณ Radiation kiln shell นั้นสามารถจะนำมาใช้ในการไล่ความชื้นได้โดยการตากวัตถุดิบในบริเวณใต้เตาเผาเพื่อให้ความร้อนจาก Radiation kiln shell แผ่ออกมาไล่ความชื้นที่อยู่ในวัตถุดิบออกไป ซึ่งจะทำให้ปัญหาการติดตันของวัตถุดิบในถังเก็บวัตถุดิบ (Bin) และช่องส่งผ่านวัตถุดิบ (Chute) ลดน้อยลงได้ ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพดีขึ้นอีกด้วย

ศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในช่วงเวลาต่าง ๆ ของปี โดยละเอียดเพื่อทราบถึงผลกระทบของตัวแปรที่อาจมีผลต่อการประหยัดพลังงานความร้อน

ศึกษาผลกระทบด้านจิตวิทยาการทำงานของพนักงานในด้านการจัดการพลังงานที่เกิดขึ้น เพื่อศึกษาถึงความพึงพอใจของพนักงาน ความร่วมมือที่ให้กับกิจกรรม แนวโน้มและทิศทางความเป็นไปที่จะส่งผลกระทบเกิดขึ้นกับพนักงาน เพื่อที่หาแนวทางในการวางแผนในการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ควรทำการศึกษาผลกระทบการใช้ปริมาณอากาศที่เหมาะสมในกระบวนเผาไหม้ในเตาเผา เช่น การรั่วไหลของอากาศที่เข้าสู่ระบบจะส่งผลกระทบอย่างไรต่อความสูญเสียของปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กันต์ธร เก่งพล. 2541. การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงแรม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฐาปนา ฉิ่งไพศาล และ อัจฉรา ชีวะตระกูลกิจ . 2542. การประเมินค่าโครงการลงทุน . การบริหารโครงการและการศึกษาความเป็นไปได้ . กรุงเทพมหานคร : บริษัท ธีระฟิลม์และไซเท็กซ์ จำกัด.

ปูนซีเมนต์นครหลวง บริษัท. 2526. Cement Manufacture's Hand Book ฉบับภาษาไทย. เล่มที่ 1. บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง สระบุรี.

มิ่งศักดิ์ ตั้งตระกูล. 2535. การประหยัดพลังงานความร้อน. เทคนิคการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน, 2-10. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันชัย ริจิรวนิช และ ชอุ่ม พลอยมีค่า . 2536 . การหาอัตราผลตอบแทน . เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วีระพงษ์ ประสาทศิลปิน. 2541. การประหยัดพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมพระนครใต้ ชุดที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สงวน ตั้งโพธิธรรม. 2529. การศึกษาการใช้และการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน. 2541. การอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน. 2541. การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน. 2541. การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน. 2541. การลดค่าใช้จ่ายด้วยการประหยัดพลังงาน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

แสงศักดิ์ พานิช และ ขันทอง สุนทราภา . 2527. วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณฝุ่นและก๊าซภายในปล่องโรงงาน. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

รายการอ้างอิง (ต่อ)

ภาษาอังกฤษ

Krupp Polysius. 1993. Anex 7. Germany : Krupp Polysius.

Krupp Polysius. 1994. Projektall Industriberatung GmbH. Volumn 19,26,27. Germany : Krupp Polysius.

Kur E Peray. 1997. Cement Manufacture's Hand Book. Volumn 1. New York :Chemical Publishing .

Naresh Kumar, C K Sharma and S J Raina. 1998. Indian Wet Process Cement Experience. International Cement Review Mach : 82-86

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 การใช้พลังงาน ผลผลิตปูนซีเมนต์และค่าใช้จ่าย ปี 2540

DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION (TON-CEMENT)	568,751	602,607	695,524	567,054	634,032	627,788	645,261	571,272	552,257	449,616	495,894	579,885	6,989,942.43	582,495.20
ENERGY CONSUMPTION (KCAL/Kg-CEMENT)	739.17	827.22	797.16	754.50	787.92	856.93	911.45	791.11	867.86	742.84	852.62	1,319.36		844.86
TOTAL ENERGY COST (BAHT/TON-CEMENT)	330.91	330.40	315.64	320.03	322.56	343.27	361.37	323.45	356.72	309.89	357.52	501.73		342.42
ELECTRICITY : KWHR	67,111,640	71,152,372	82,969,360	66,955,392	75,369,324	76,744,568	79,462,192	66,709,152	67,008,536	54,703,496	60,532,780	68,489,947	838,227,767.38	69,852,313.95
: KWH/TON-CEMENT	118.00	118.07	119.32	118.08	118.87	120.65	123.15	120.27	121.34	121.67	122.07	118.11		120.92
: MILLION KCAL	57,705.61	61,180.01	71,353.00	57,571.26	64,805.94	65,129.56	68,325.17	59,078.36	57,616.95	47,036.53	52,048.81	58,880.74	720,745.95	60,062.16
: BAHT	102,112,555.52	108,158,769.27	123,832,279.21	104,469,222.33	114,964,612.07	114,008,591.97	120,443,980.07	103,610,997.73	102,112,476.00	79,306,285.46	95,059,578.00	109,236,179.00	1,277,333,476.63	106,444,456.39
: KCAL/Kg-CEMENT	101.46	101.53	102.60	101.53	102.21	103.74	105.89	103.42	104.33	104.61	104.96	101.56		103.99
: BAHT/TON-CEMENT	179.54	179.48	178.04	184.27	181.32	181.60	186.66	181.37	184.90	176.39	191.69	188.38		182.80
COAL : TONS	65,729.80	76,682.20	89,568.80	67,406.20	78,472.20	62,392.10	87,872.20	70,147.50	74,146.00	54,841.50	64,341.40	88,461.90	900,060.80	75,004.23
: TON-COAL/TON-CEMENT	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.14	0.12	0.13	0.12	0.13	0.15		0.13
: MILLION KCAL	360,840.77	428,230.78	496,207.19	369,221.38	433,843.59	453,937.81	484,934.04	388,281.90	405,708.82	299,526.54	354,536.98	495,088.94	4,970,138.72	414,178.23
: BAHT	69,016,290.00	80,616,310.00	94,047,240.00	70,776,510.00	82,395,810.00	86,501,205.00	92,265,810.00	73,654,875.00	77,852,250.00	57,593,575.00	67,559,470.00	92,884,995.00	945,053,340.00	78,754,445.00
: KCAL/Kg-CEMENT	634.44	710.63	713.43	651.12	683.95	723.07	751.53	679.66	734.64	666.18	714.95	853.74		709.78
: BAHT/TON-CEMENT	121.35	133.81	135.22	124.81	129.96	137.79	142.99	128.93	140.97	128.07	136.24	160.18		135.01
HEAVY OIL : LITRE	1,063,780.00	356,210.00	548,230.00	378,100.00	273,290.00	690,980.00	318,440.00	804,310.00	602,280.00	681,700.00	554,620.00	284,400.00	6,526,340.00	543,861.67
: LITRE/TON-CEMENT	1.86	0.59	0.79	0.67	0.43	1.10	0.49	1.41	1.09	1.47	1.12	0.49		0.96
: MILLION KCAL	9,125.73	3,084.78	4,747.67	3,274.35	2,366.69	5,983.89	2,757.69	7,922.45	5,932.46	6,517.75	5,463.01	2,479.11	59,655.58	4,971.30
: BAHT	4,215,120.00	1,424,840.00	2,192,920.00	1,512,400.00	1,093,160.00	2,763,920.00	1,273,760.00	3,217,240.00	2,409,120.00	2,648,800.00	2,218,480.00	1,137,600.00	26,105,360.00	2,175,446.67
: KCAL/Kg-CEMENT	16.05	5.12	6.83	5.77	3.73	9.53	4.27	13.87	10.74	14.50	11.02	4.28		8.81
: BAHT/TON-CEMENT	7.41	2.36	3.15	2.67	1.72	4.40	1.97	5.63	4.36	5.89	4.47	1.96		3.83
DIESEL OIL : LITRE	1,589,650.00	1,520,870.00	1,494,360.00	1,372,040.00	1,546,680.00	1,511,520.00	1,479,460.00	1,330,580.00	1,299,785.00	1,132,897.00	1,157,711.00	1,144,300.00	16,579,853.00	1,381,654.42
: LITRE/TON-CEMENT	2.79	2.52	2.15	2.42	2.44	2.41	2.29	2.33	2.35	2.52	2.33	1.97		2.38
: MILLION KCAL	14,896.61	14,252.07	14,003.65	12,857.39	14,493.94	14,164.45	13,864.02	12,468.87	12,180.29	10,616.38	10,848.91	10,723.24	155,369.80	12,947.48
: BAHT	12,860,260.41	12,303,805.94	12,089,348.13	11,099,803.69	12,512,633.11	12,228,172.53	11,968,807.33	10,764,425.00	10,515,261.00	12,189,972.00	12,456,970.00	12,427,096.00	143,416,556.72	11,951,379.73
: KCAL/Kg-CEMENT	26.19	23.65	20.13	22.67	22.86	22.56	21.49	21.83	22.06	23.61	21.88	18.49		22.29
: BAHT/TON-CEMENT	22.61	20.42	17.38	19.57	19.74	19.46	18.55	18.84	19.04	27.11	25.12	21.43		20.77
ความร้อน : MILLION KCAL	369,966.50	431,315.56	500,914.86	372,495.71	436,616.26	459,921.70	487,691.73	395,204.35	411,641.26	396,044.20	350,999.09	497,546.05	5,029,794.30	419,149.53
: BAHT	73,231,410.00	81,941,150.00	96,240,160.00	73,268,910.00	83,466,970.00	89,305,125.00	93,539,670.00	76,872,115.00	80,261,370.00	69,230,375.00	69,776,950.00	94,022,595.00	971,158,700.00	80,929,891.67
: KCAL/Kg-CEMENT	650.49	715.75	720.26	656.90	687.68	732.61	755.81	693.55	745.38	880.88	726.96	858.01		718.59
: BAHT/TON-CEMENT	128.76	135.96	138.37	127.48	131.66	142.19	144.96	134.56	145.33	133.96	140.71	162.14		138.84

ตารางที่ ก-2 การใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า 155 KV ปี 2540

MONTH	ENERGY				DEMAND			ENERGY CHARGE		DEMAND CHANGE		FT CHANGE		TOTAL COST (EXCLUDE VAT)		VAT	TOTAL COST (INCLUDE VAT)	
1997	PEAK	OFF PEAK	SUNDAY	TOTAL	PEAK	OFF PEAK	SUNDAY				DEMAND INDEX							COST/UNIT
	KWH	KWH	KWH	KWH	KW	KW	KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT	BAHT / KW
JAN	30,865,760	25,754,260	9,083,000	65,703,020	131,170	132,760	132,440	70,062,636	1.0664	13,484,276	101.57	12,010,512	0.1828	95,557,425	1.454	9,555,742	105,113,167	1.600
FEB	31,748,630	28,578,640	9,247,130	69,574,400	130,540	133,560	134,920	73,401,393	1.0550	13,419,512	99.46	12,718,200	0.1828	99,539,105	1.431	9,953,911	109,493,016	1.574
MAR	32,865,760	34,534,000	13,930,160	81,329,920	128,960	133,120	127,040	81,927,749	1.0074	13,257,088	99.59	21,739,488	0.2673	116,924,325	1.438	11,692,433	128,616,758	1.581
APR	30,010,320	26,693,280	8,384,800	65,088,400	129,600	130,240	127,040	68,952,793	1.0594	13,322,880	102.29	17,398,129	0.2673	99,673,802	1.531	9,967,380	109,641,183	1.684
MAY	33,571,040	30,343,600	9,771,360	73,686,000	127,960	127,680	122,240	77,693,803	1.0544	13,154,288	102.80	19,696,268	0.2673	110,544,359	1.500	11,054,436	121,598,795	1.650
JUN	32,284,400	28,274,400	13,308,880	73,867,680	128,440	127,680	128,960	76,483,021	1.0354	13,203,632	102.39	19,744,831	0.2673	109,431,484	1.481	10,943,148	120,374,632	1.630
JUL	35,399,520	32,178,480	10,547,120	78,125,120	131,680	133,000	128,640	82,194,651	1.0521	13,536,704	101.78	20,882,845	0.2673	116,614,200	1.493	11,661,420	128,275,620	1.642
AUG	30,275,440	26,979,120	11,197,760	68,452,320	130,160	132,800	121,600	71,255,626	1.0410	13,380,448	100.76	18,297,305	0.2673	102,933,379	1.504	10,293,338	113,226,717	1.654
SEP	30,715,120	26,420,240	8,978,880	66,114,240	130,440	130,160	115,520	70,212,577	1.0620	13,409,232	102.80	17,672,336	0.2673	101,294,145	1.532	10,129,415	111,423,560	1.685
OCT	20,244,560	21,072,240	11,793,280	53,110,080	123,980	124,870	124,970	52,279,753	0.9844	12,743,088	101.97	14,196,324	0.2673	79,219,165	1.492	7,921,917	87,141,082	1.641
NOV	20,980,320	24,192,000	13,934,880	59,107,200	127,580	129,520	131,540	56,788,501	0.9608	13,113,168	99.69	25,061,453	0.424	94,963,121	1.607	9,496,312	104,459,434	1.767
DEC	26,804,240	30,639,200	9,472,480	66,915,920	130,550	130,520	127,880	67,323,456	1.0061	13,420,540	102.80	28,372,350	0.424	109,116,348	1.631	10,911,635	120,027,980	1.794
TOTAL	355,765,110	335,659,460	129,649,730	821,074,300	1,551,020	1,565,910	1,522,790	848,575,959		159,444,856		227,790,041		1,235,810,857		123,581,086	1,359,391,942	

ตารางที่ ก-3 สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้าปี 2540

เดือน ปี 2540	ผลผลิตปูนซีเมนต์ Ton Cement	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า Kwh	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า Baht	ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด Baht	ค่าไฟฟ้า 22 KV Baht	รวมค่าไฟฟ้า (ไม่รวมค่า FT และ VAT) Baht	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า Baht / Kwh	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ Baht / Ton Cement	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ Kwh / Ton Cement
มกราคม	568,751	67,111,640	67,069,825	13,381,476	6,555,131	87,006,432	1.296	152.98	118
กุมภาพันธ์	602,607	71,152,372	71,021,547	13,213,912	8,619,664	92,855,123	1.305	154.09	118
มีนาคม	695,524	82,989,380	81,927,749	13,257,088	6,907,954	102,092,791	1.230	146.79	119
เมษายน	567,054	66,955,392	68,952,793	13,322,880	4,815,420	87,091,093	1.301	153.59	118
พฤษภาคม	634,032	75,369,324	77,693,803	13,154,288	4,420,253	95,268,344	1.264	150.26	119
มิถุนายน	627,788	75,744,556	76,483,021	13,203,632	4,575,108	94,261,761	1.244	150.15	121
กรกฎาคม	645,261	79,462,192	82,194,651	13,536,704	3,829,750	99,561,105	1.253	154.30	123
สิงหาคม	571,272	68,708,152	71,255,626	13,380,448	677,619	85,313,693	1.242	149.34	120
กันยายน	552,257	67,008,536	69,344,777	13,203,632	818,331	83,366,740	1.244	150.96	121
ตุลาคม	449,616	54,703,496	52,462,453	13,215,968	87,100	65,765,521	1.202	146.27	122
พฤศจิกายน	495,894	60,532,780	56,910,301	13,421,568	96,457	70,428,326	1.163	142.02	122
ธันวาคม	579,885	68,489,947	67,323,456	13,420,540	119,833	80,863,829	1.181	139.45	118
ผลรวม	6,989,942	838,227,767	842,640,002	159,712,136	41,522,620	1,043,874,758	ค่าเฉลี่ย = 1.245	ค่าเฉลี่ย = 149.33	ค่าเฉลี่ย = 119.91

ที่มา แผนกไฟฟ้า บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

ตารางที่ ก-4 สรุปผลผลิตปูนเม็ด การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ปี 2540

เดือน ปี 2540	ผลผลิตปูนเม็ด (Ton Clinker)	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (Million Kcal)	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน (Baht)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (Baht / Million Kcal)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด (Baht / Ton Clinker)	อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด (Kcal / Kg Clinker)
มกราคม	501,553	369,967	73,231,410	197.94	146.01	737.64
กุมภาพันธ์	583,666	431,316	81,941,150	189.98	140.39	738.98
มีนาคม	670,856	500,955	96,240,160	192.11	143.46	746.74
เมษายน	499,500	372,496	72,288,910	194.07	144.72	745.74
พฤษภาคม	583,663	436,010	83,488,970	191.48	143.04	747.02
มิถุนายน	616,410	459,922	89,265,125	194.09	144.81	746.13
กรกฎาคม	657,392	487,692	93,539,570	191.80	142.29	741.86
สิงหาคม	531,950	396,204	76,872,115	194.02	144.51	744.82
กันยายน	553,612	411,641	80,261,370	194.98	144.98	743.56
ตุลาคม	413,640	306,044	60,230,375	196.80	145.61	739.88
พฤศจิกายน	487,596	360,000	69,776,950	193.82	143.10	738.32
ธันวาคม	675,174	497,548	94,022,595	188.97	139.26	736.92
ผลรวม	6,775,012	5,029,794	971,158,700	ค่าเฉลี่ย = 193.08	ค่าเฉลี่ย = 143.34	ค่าเฉลี่ย = 742.40

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

ตารางที่ ก-5 การใช้พลังงาน ผลผลิตปูนซีเมนต์และค่าใช้จ่ายปี 2541

DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION (TON-CEMENT)	364,716	343,735	402,507	381,078	319,066	371,963	350,040	300,226	356,518	353,189	290,812	315,906	4,149,756	345,813.00
ENERGY CONSUMPTION (KCAL/Kg-CEMENT)	1,205.82	1,266.13	1,221.82	1,415.79	1,031.12	1,401.21	977.63	909.33	1,459.05	1,365.32	1,261.21	1,510.51		1,255.49
TOTAL ENERGY COST (BAHT/TON-CEMENT)	493.11	498.69	476.89	538.18	449.73	525.79	417.34	410.73	529.29	512.22	503.29	519.43		489.56
ELECTRICITY : KWH	54,801,698	53,653,110	60,977,776	60,522,524	45,555,572	55,751,528	47,135,600	39,250,392	50,865,644	50,349,616	44,752,255	44,010,340	807,435,855	50,819,655
: KWh/TON-CEMENT	150.26	156.09	151.49	158.82	142.78	149.88	134.66	130.77	142.11	142.56	153.89	139.31		146.05
: MILLION KCAL	47,121	46,133	52,431	52,040	39,171	47,936	40,529	33,758	43,565	43,293	38,480	37,842	522,301	43,525
: BAHT	93,320,859	89,028,568	100,209,970	104,925,208	79,177,511	96,480,827	80,659,321	69,361,820	90,151,300	89,922,583	76,387,514	77,493,578	1,047,118,835	87,259,903
: KCAL/Kg-CEMENT	129.20	134.21	130.26	136.56	122.77	128.88	115.78	112.44	122.19	122.58	132.32	119.79		125.58
: BAHT/TON-CEMENT	255.87	259.00	248.96	275.34	248.15	259.38	230.43	231.03	252.87	254.60	262.67	245.31		251.97
COAL : TONS	66,450	67,433	76,360	86,392	50,876	83,942	54,098	43,063	85,036	77,242	58,955	75,215	824,762	68,730.17
: TON-COAL/TON-CEMENT	0.18	0.20	0.19	0.23	0.16	0.23	0.15	0.14	0.24	0.22	0.20	0.24		0.20
: MILLION KCAL	379,737	383,553	426,970	477,732	276,575	461,129	290,894	227,361	464,209	426,710	323,828	429,381	4,559,099	379,924.92
: BAHT	69,772,500	70,604,550	80,178,000	90,711,600	53,104,800	88,139,100	56,802,900	45,216,150	89,287,600	81,104,100	61,902,750	78,975,750	866,000,100	72,166,675.00
: KCAL/Kg-CEMENT	1,016.51	1,116.64	1,060.78	1,253.63	866.83	1,239.72	831.03	757.37	1,302.06	1,208.16	1,113.53	1,359.20		1,093.72
: BAHT/TON-CEMENT	191.31	205.99	199.20	238.04	166.44	236.96	162.28	150.61	250.44	229.63	212.86	250.00		207.81
HEAVY OIL : LITRE	1,418,520	348,960	271,750	108,800	409,650	350,400	345,800	379,283	426,910	289,600	204,830	293,800	4,846,983	403,915.25
: LITRE/TON-CEMENT	3.89	1.02	0.68	0.29	1.28	0.94	0.99	1.26	1.19	0.82	0.70	0.93		1.17
: MILLION KCAL	12,365	3,042	2,369	948	3,571	3,055	3,014	3,306	3,713	2,525	1,786	2,561	39,376	3,281.25
: BAHT	5,674,080	1,395,840	1,087,000	435,200	1,638,600	1,401,600	1,382,000	1,517,052	1,703,640	1,158,400	819,320	1,175,200	19,387,932	1,615,661.00
: KCAL/Kg-CEMENT	33.90	8.85	5.89	2.49	11.19	8.37	8.11	11.01	10.41	8.65	6.14	9.07		9.47
: BAHT/TON-CEMENT	15.56	4.06	2.70	1.14	5.14	3.77	3.95	5.05	4.78	3.28	2.82	3.72		4.66
DIESEL OIL : LITRE	1,020,046	998,918	1,069,146	980,299	1,032,655	1,031,469	922,602	913,525	927,317	1,052,700	906,768	891,489	11,776,778	981,398.17
: LITRE/TON-CEMENT	2.80	2.91	2.66	2.57	3.24	2.85	2.64	3.04	2.60	2.98	3.12	2.82		2.85
: MILLION KCAL	9,558.85	9,360.86	10,018.91	9,186.01	9,677.01	9,947.03	8,644.77	8,559.64	8,689.89	9,864.85	8,497.23	8,354.14	110,360.19	9,196.68
: BAHT	11,077,099.94	10,188,360.60	10,477,572.04	9,018,382.80	9,672,211.80	9,663,221.00	7,341,941.70	7,210,847.50	7,655,633.55	8,776,883.00	7,254,264.00	6,446,418.47	104,331,986.03	8,694,332.09
: KCAL/Kg-CEMENT	26.21	27.23	24.89	24.11	30.33	26.74	24.70	28.51	24.37	27.93	29.22	26.45		26.72
: BAHT/TON-CEMENT	30.37	29.64	26.03	23.67	30.00	25.98	20.98	24.04	21.20	24.71	24.94	20.40		26.11
ความร้อน : MILLION KCAL	383,102	386,595	439,339	478,680	280,146	463,312	299,034	236,697	467,922	429,060	325,614	430,963	4,598,474	383,206.17
: BAHT	75,446,580	72,200,490	81,265,000	91,146,800	54,743,400	89,340,700	58,184,900	46,730,202	90,991,440	82,262,500	62,722,070	80,169,950	885,388,032	73,782,336.00
: KCAL/Kg-CEMENT	1,050.41	1,124.69	1,066.66	1,256.12	878.02	1,245.59	837.14	788.38	1,312.48	1,214.82	1,119.67	1,364.28		1,109.19
: BAHT/TON-CEMENT	206.86	210.05	201.91	239.18	171.57	240.72	166.22	155.66	255.22	232.91	215.68	253.72		212.48

ตารางที่ ก-6 การใช้พลังงานไฟฟ้า 115 KV และ 22 KV ปี 2541

YEAR 2541	115 KV		22KV										PLANT TOTAL	
MONTH	METER NO. 002000 FACTORY		METER NO.013300		METER NO.002190 PASAKRIVER 2.		METER NO.002190 PASAKRIVER 1.		METER NO.002190 DOME 3.		TOTAL 22KV		(115 KV+22KV)	
	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT
JAN	53,489,200	89,844,265	1,026,338	2,920,958	124,112	227,921	150,528	294,944	11,520	32,571	1,312,498	3,476,394	54,801,698	93,320,659
FEB	52,941,760	87,235,091	439,040	1,249,555	123,566	233,210	136,904	277,231	11,840	33,482	711,350	1,793,477	53,653,110	89,028,568
MAR	60,709,840	99,684,463	-	87.85	113,304	210,331	140,712	275,684	13,920	39,403	267,936	525,507	60,977,776	100,209,970
APR	59,337,520	101,708,972	908,320	2,658,527	123,768	236,589	142,596	291,133	10,320	29,986	1,185,004	3,216,236	60,522,524	104,925,208
MAY	44,285,920	75,717,419	990,160	2,898,081	125,848	239,840	142,524	289,843	11,120	32,328	1,269,652	3,460,092	45,555,572	79,177,511
JUN	55,512,800	95,984,111	-	87.85	101,304	200,700	127,824	268,049	9,600	27,879	238,728	496,716	55,751,528	96,480,827
JUL	46,892,000	80,149,850	-	87.85	96,032	196,387	138,588	287,225	8,880	25,771	243,500	509,471	47,135,500	80,659,321
AUG	39,073,920	68,931,454	720	1,929	67,984	156,173	106,728	239,583	11,040	32,681	186,472	430,366	39,260,392	69,361,819
SEP	50,423,200	89,635,562	-	87.85	93,912	198,070	139,632	291,575	8,800	26,005	242,344	515,738	50,665,544	90,151,299
OCT	50,067,440	89,338,187	-	87.85	111,144	225,915	162,552	333,321	8,480	25,052	282,176	584,376	50,349,616	89,922,563
NOV	44,489,051	75,838,942	-	87.85	102,608	212,122	152,436	312,265	8,160	24,098	263,204	548,572	44,752,255	76,387,514
DEC	43,793,280	77,030,737	80	181	86,136	180,361	123,084	259,784	7,760	22,513	217,060	462,839	44,010,340	77,493,576
TOTAL	601,015,931	1,031,099,053	3,364,658	9,729,757	1,269,718	2,517,618	1,664,108	3,420,637	121,440	351,770	6,419,924	16,019,782	607,435,855	1,047,118,835

ตารางที่ ก-7 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 115 KV และค่าใช้จ่ายปี 2541

MONTH	ENERGY				DEMAND			ENERGY CHARGE		DEMAND CHANGE		FT CHANGE		TOTAL COST (EXCLUDE VAT)		VAT	TOTAL COST (INCLUDE VAT)	
2541	PEAK	OFF PEAK	SUNDAY	TOTAL	PEAK	OFF PEAK	SUNDAY				DEMAND INDEX							COST/UNIT
	KWH	KWH	KWH	KWH	KW	KW	KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT	BAHT / KW
JAN	22,794,240	22,367,040	8,327,920	53,489,200	118,760	122,130	119,440	54,956,316	1.0274	12,208,528	99.96	22,679,421	0.4240	89,844,265	1.680	8,984,427	98,828,692	1.848
FEB	20,902,320	21,686,320	10,353,120	52,941,760	116,360	132,490	129,920	52,825,976	0.9978	11,961,808	90.28	22,447,306	0.4240	87,235,091	1.648	8,723,509	95,958,600	1.813
MAR	25,195,440	23,225,040	12,289,360	60,709,840	119,920	130,520	132,480	61,615,715	1.0149	12,327,776	93.05	25,740,972	0.4240	99,684,463	1.642	9,968,446	109,652,910	1.806
APR	22,815,760	25,535,440	10,986,320	59,337,520	127,030	132,480	132,490	58,714,509	0.9895	13,056,684	98.56	29,935,779	0.5045	101,708,972	1.714	10,170,897	111,879,869	1.885
MAY	15,520,640	18,855,920	9,909,360	44,285,920	106,680	127,140	130,520	42,408,469	0.9576	10,966,704	84.02	22,342,247	0.5045	75,717,419	1.710	7,571,742	83,289,161	1.881
JUN	22,682,560	22,071,840	10,758,400	55,512,800	115,920	133,400	132,160	56,061,328	1.0099	11,916,576	89.33	28,006,208	0.5045	95,984,111	1.729	9,598,411	105,582,523	1.902
JUL	18,764,880	19,144,720	8,982,400	46,892,000	92,160	110,640	115,960	47,018,788	1.0027	9,474,048	81.70	23,657,014	0.5045	80,149,850	1.709	8,014,985	88,164,835	1.880
AUG	14,251,440	14,832,480	9,990,000	39,073,920	90,610	108,640	103,280	37,825,221	0.9680	9,314,708	85.74	21,791,525	0.5577	68,931,454	1.764	6,893,145	75,824,599	1.941
SEP	18,987,440	20,588,960	10,846,800	50,423,200	117,320	132,480	132,370	49,454,047	0.9808	12,060,496	91.04	28,121,019	0.5577	89,635,562	1.778	8,963,556	98,599,118	1.955
OCT	19,010,800	19,954,480	11,102,160	50,067,440	118,620	134,080	132,200	49,221,440	0.9831	12,194,136	90.95	27,922,611	0.5577	89,338,187	1.784	8,933,819	98,272,006	1.963
NOV	15,665,851	17,458,320	11,364,880	44,489,051	82,160	111,040	110,720	42,581,350	0.9571	8,446,046	76.06	24,811,544	0.5577	75,838,942	1.705	7,583,894	83,422,836	1.875
DEC	16,347,600	17,302,560	10,143,120	43,793,280	117,120	132,480	132,360	42,783,228	0.9769	12,039,936	90.88	22,207,572	0.5071	77,030,737	1.759	7,703,074	84,733,810	1.935
TOTAL	232,938,971	243,023,120	125,053,840	601,015,931	1,322,660	1,507,520	1,503,900	595,466,388		135,969,448		299,663,217		1,031,099,053		103,109,905	1,134,208,958	

ตารางที่ ก-8 สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้าปี 2541

เดือน ปี 2541	ผลผลิตปูนซีเมนต์ Ton Cement	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า Kwh	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า Baht	ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด Baht	ค่าไฟฟ้า 22 KV Baht	รวมค่าไฟฟ้า (ไม่รวมค่า FT และ VAT) Baht	อัตราค่าไฟฟ้าต่อ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า Baht / Kwh	อัตราค่าไฟฟ้าต่อ ปริมาณปูนซีเมนต์ Baht / Ton Cement	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อ ปริมาณปูนซีเมนต์ Kwh / Ton Cement
มกราคม	364,716	54,801,698	54,956,316	12,208,528	3,476,394	70,641,239	1.289	193.69	150
กุมภาพันธ์	343,735	53,653,110	52,825,976	11,961,808	1,793,477	66,581,262	1.241	193.70	156
มีนาคม	402,507	60,977,776	61,615,715	12,327,776	525,507	74,468,998	1.221	185.01	151
เมษายน	381,078	60,522,524	58,714,509	13,058,684	3,216,236	74,989,429	1.239	196.78	159
พฤษภาคม	319,066	45,555,572	42,408,469	10,966,704	3,460,092	56,835,264	1.248	178.13	143
มิถุนายน	371,963	55,751,528	56,061,328	11,916,576	496,716	68,474,619	1.228	184.09	150
กรกฎาคม	350,040	47,135,500	17,018,788	9,474,048	509,471	57,002,307	1.209	162.85	135
สิงหาคม	300,226	39,260,392	37,825,221	9,314,708	430,366	47,570,294	1.212	158.45	131
กันยายน	356,518	50,665,544	49,454,047	12,060,496	515,738	62,030,281	1.224	173.99	142
ตุลาคม	353,189	50,349,616	49,221,440	12,194,136	584,376	61,999,952	1.231	175.54	143
พฤศจิกายน	290,812	44,752,255	42,581,350	8,446,048	548,572	51,575,970	1.152	177.35	154
ธันวาคม	315,906	44,010,340	42,783,228	12,039,936	462,839	55,286,004	1.256	175.01	139
ผลรวม	4,149,756	607,435,855	595,466,388	135,969,448	16,019,782	747,455,618	ค่าเฉลี่ย = 1.231	ค่าเฉลี่ย = 180.12	ค่าเฉลี่ย = 146

ที่มา แผนกไฟฟ้า บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-9 สรุปผลผลิตปูนเม็ด การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ปี 2541

เดือน ปี 2541	ผลผลิตปูนเม็ด (Ton Clinker)	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (Million Kcal)	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน (Baht)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (Baht / Million Kcal)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด (Baht / Ton Clinker)	อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด (Kcal / Kg Clinker)
มกราคม	520,955	383,102	75,446,580	196.94	144.82	735.38
กุมภาพันธ์	524,738	386,595	72,200,490	186.76	137.59	736.74
มีนาคม	584,279	429,339	81,265,000	189.28	139.09	734.82
เมษายน	652,627	478,680	91,146,800	190.41	139.66	733.47
พฤษภาคม	375,734	280,146	54,743,400	195.41	145.70	745.60
มิถุนายน	622,547	463,312	89,540,700	193.26	143.83	744.22
กรกฎาคม	393,592	293,034	58,184,900	198.56	147.83	744.51
สิงหาคม	308,714	230,687	46,733,202	202.58	151.38	747.25
กันยายน	628,772	467,922	90,991,440	194.46	144.71	744.18
ตุลาคม	583,597	429,060	82,262,500	191.73	140.96	735.20
พฤศจิกายน	437,433	325,614	62,722,070	192.63	143.39	744.37
ธันวาคม	587,264	430,983	80,150,950	185.97	136.48	733.88
ผลรวม	6,220,252	4,598,474	885,388,032	ค่าเฉลี่ย = 192.54	ค่าเฉลี่ย = 142.34	ค่าเฉลี่ย = 739.27

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-10 การใช้พลังงาน ผลผลิตปูนซีเมนต์และค่าใช้จ่ายช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542

DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION (TON-CEMENT)	437,490	470,044	486,095	356,388	485,752	523,293	2,759,062	459,843.67
ENERGY CONSUMPTION (KCAL/Kg-CEMENT)	982.98	780.37	1,091.32	1,315.55	977.69	839.45		997.89
TOTAL ENERGY COST (BAHT/TON-CEMENT)	387.18	348.29	409.94	431.28	357.46	326.28		376.74
ELECTRICITY : KWHR	52,885,936	57,149,176	60,398,244	42,466,884	59,444,400	62,111,456	334,456,096	55,742,682.67
: KWh/TON-CEMENT	120.88	121.58	124.25	119.16	122.38	118.69		121.16
: MILLION KCAL	45,474	49,139	51,933	36,515	51,113	53,406	287,580	47,930.07
: BAHT	91,624,542	98,177,755	103,025,589	67,119,587	86,948,742	91,539,183	538,435,398	89,739,233.00
: KCAL/Kg-CEMENT	103.94	104.54	106.84	102.46	105.22	102.06		104.18
: BAHT/TON-CEMENT	209.43	208.87	211.95	188.33	179.00	174.93		195.42
COAL : TONS	66,551	54,342	82,793	75,075	72,815	66,550	418,126	69,687.67
: TON-COAL/TON-CEMENT	0.15	0.12	0.17	0.21	0.15	0.13		0.15
: MILLION KCAL	373,591	303,726	464,906	422,477	409,108	373,482	2,347,291	391,215.17
: BAHT	69,878,550	57,059,100	86,932,650	78,828,750	76,455,750	69,877,500	439,032,300	73,172,050
: KCAL/Kg-CEMENT	853.94	646.17	956.41	1,185.44	842.22	713.72		866.32
: BAHT/TON-CEMENT	159.73	121.39	178.84	221.19	157.40	133.53		162.01
HEAVY OIL : LITRE	235,410	773,450	583,610	244,300	708,790	392,500	2,938,060	489,676.67
: LITRE/TON-CEMENT	0.54	1.65	1.20	0.69	1.46	0.75		1.05
: MILLION KCAL	2,052	6,742	5,087	2,130	6,179	3,422	25,612	4,268.67
: BAHT	941,640	3,093,800	2,334,440	977,200	2,835,160	1,570,000	11,752,240	1,958,706.67
: KCAL/Kg-CEMENT	4.69	14.34	10.47	5.98	12.72	6.54		9.12
: BAHT/TON-CEMENT	2.15	6.58	4.80	2.74	5.84	3.00		4.19
DIESEL OIL : LITRE	952,463	768,463	913,153	824,317	908,659	956,990	5,324,045	887,340.83
: LITRE/TON-CEMENT	2.18	1.63	1.88	2.31	1.87	1.83		1.95
: MILLION KCAL	8,926	7,201	8,557	7,725	8,515	8,968	49,892	8,315.27
: BAHT	6,943,455.27	5,379,241	6,976,488.92	6,775,885.74	7,396,484.26	7,751,619	41,223,174	6,870,529.03
: KCAL/Kg-CEMENT	20.40	15.32	17.60	21.67	17.53	17.14		18.28
: BAHT/TON-CEMENT	15.87	11.44	14.35	19.01	15.23	14.81		15.12
ความร้อน : MILLION KCAL	375,643	310,468	469,993	424,607	415,287	376,905	2,372,903	395,483.83
: BAHT	70,820,190	60,152,900	89,267,090	79,805,950	79,290,910	71,447,500	450,784,540	75,130,756.67
: KCAL/Kg-CEMENT	858.63	660.51	966.87	1,191.42	854.94	720.26		875.44
: BAHT/TON-CEMENT	161.88	127.97	183.64	223.93	163.23	136.53		166.20

ตารางที่ ก-11 การใช้พลังงานไฟฟ้า 115 KV และ 22 KV ช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542

YEAR 1999	115 KV		22KV										PLANT TOTAL	
MONTH	METER NO. 002000 FACTORY		METER NO.013300		METER NO.002190 PASAKRIVER 2.		METER NO.002190 PASAKRIVER 1.		METER NO.002190 DORM 3.		TOTAL 22KV		(115 KV+22KV)	
	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT
JAN	52,622,480	91,084,817	800	3,127	103,920	208,983	150,333	303,227	8,403	24,388	263,456	539,725	52,885,936	91,624,542
FEB	56,910,720	97,682,744	-	87.85	96,136	196,799	134,400	275,142	7,920	22,982	238,456	495,011	57,149,176	98,177,755
MAR	60,134,720	102,486,365	80	181.02	102,384	208,934	153,140	306,893	8,000	23,216	263,524	539,224	60,398,244	103,025,589
APR	42,155,920	66,457,192	75,200	206,486	92,192	177,079	134,772	254,863	8,800	23,967	310,964	662,395	42,466,884	67,119,587
MAY	59,241,360	86,533,307	3,440	9,239	76,232	155,771	114,888	227,338	8,480	23,088	203,040	415,435	59,444,400	86,948,742
JUN	61,824,640	91,012,405	-	87.85	113,680	206,825	164,256	295,678	8,880	24,187	286,816	526,778	62,111,456	91,539,183
TOTAL	332,889,840	535,256,830	79,520	219,208	584,544	1,154,391	851,789	1,663,141	50,483	141,828	1,566,256	3,178,568	334,456,096	538,435,398

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-12 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 115 KV และค่าใช้จ่ายช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542

MONTH	ENERGY				DEMAND			ENERGY CHARGE		DEMAND CHANGE		FT CHANGE		TOTAL COST (EXCLUDE VAT)		VAT	TOTAL COST (INCLUDE VAT)	
	PEAK	OFF PEAK	SUNDAY	TOTAL	PEAK	OFF PEAK	SUNDAY				DEMAND INDEX							COST/UNIT
	KWH	KWH	KWH	KWH	KW	KW	KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT	BAHT / KW
JAN	20,754,000	20,893,040	10,975,440	52,622,480	116,280	129,280	137,600	52,446,373	0.9967	11,953,584	86.87	26,684,860	0.5071	91,084,817	1.731	9,108,482	100,193,299	1.904
FEB	22,907,600	24,413,920	9,589,200	56,910,720	112,480	132,480	131,200	57,260,374	1.0061	11,562,944	87.28	28,859,426	0.5071	97,682,744	1.716	9,768,274	107,451,019	1.888
MAR	23,818,080	24,865,200	11,451,440	60,134,720	115,800	135,280	137,120	60,087,809	0.9992	11,904,240	86.82	30,494,317	0.5071	102,486,365	1.704	7,174,046	109,660,411	1.824
APR	15,961,920	16,534,400	9,659,600	42,155,920	110,160	130,880	132,160	41,385,699	0.9817	11,324,448	85.69	13,747,046	0.3261	66,457,192	1.576	4,652,003	71,109,196	1.687
MAY	20,686,960	25,949,680	12,604,720	59,241,360	102,240	134,720	134,400	56,704,428	0.9572	10,510,272	78.02	19,318,607	0.3261	86,533,307	1.461	6,057,332	92,590,639	1.563
JUN	23,595,040	27,893,120	10,336,480	61,824,640	94,960	133,440	133,120	61,089,501	0.9881	9,761,888	73.16	20,161,015	0.3261	91,012,405	1.472	6,370,868	97,383,273	1.575
TOTAL	127,723,600	140,549,360	64,616,880	332,889,840	651,920	796,080	805,600	328,974,184		67,017,376		139,265,270		535,256,831		43,131,005	578,387,836	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-13 สรุปผลผลิต การใช้พลังงาน และค่าไฟฟ้าปี 2542

เดือน ปี 2542	ผลผลิตปูนซีเมนต์ Ton Cement	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า Kwh	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า Baht	ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด Baht	ค่าไฟฟ้า 22 KV Baht	รวมค่าไฟฟ้า (ไม่รวมค่า FT และ VAT) Baht	อัตราค่าไฟฟ้าต่อ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า Baht / Kwh	อัตราค่าไฟฟ้าต่อ ปริมาณปูนซีเมนต์ Baht / Ton Cement	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อ ปริมาณปูนซีเมนต์ Kwh / Ton Cement
มกราคม	437,490	52,885,936	52,446,373	11,953,584	539,725	64,939,683	1.228	148.44	121
กุมภาพันธ์	470,044	57,149,176	57,260,374	11,562,944	495,011	69,318,329	1.213	147.47	122
มีนาคม	486,095	60,398,244	60,087,809	11,904,240	539,221	72,531,273	1.201	149.21	124
เมษายน	356,388	42,466,884	41,385,699	11,324,448	662,395	53,372,542	1.257	149.76	119
พฤษภาคม	485,752	59,444,400	56,704,428	10,510,272	415,435	67,630,135	1.138	139.23	122
มิถุนายน	523,293	62,111,456	61,089,501	9,761,888	526,778	71,378,167	1.149	136.40	119
ผลรวม	2,759,062	334,456,096	328,974,184	67,017,376	3,178,568	399,170,129	ค่าเฉลี่ย = 1.193	ค่าเฉลี่ย = 144.68	ค่าเฉลี่ย 121

ที่มา แผนกไฟฟ้า บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-14 สรุปผลผลิตปูนเม็ด การใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542

เดือน ปี 2542	ผลผลิตปูนเม็ด (Ton Clinker)	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (Million Kcal)	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน (Baht)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (Baht / Million Kcal)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด (Baht / Ton Clinker)	อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด (Kcal / Kg Clinker)
มกราคม	503,383	375643	70,820,190	188.53	140.69	746.24
กุมภาพันธ์	417,906	310468	60,152,900	193.75	143.94	742.91
มีนาคม	639,385	469993	89,267,090	189.93	139.61	735.07
เมษายน	578,942	424607	79,805,950	187.95	137.85	733.42
พฤษภาคม	566,385	415287	79,290,910	190.93	139.99	733.22
มิถุนายน	513,709	376905	71,447,500	189.56	139.08	733.69
ผลรวม	3,219,710	2,372,903	450,784,540	ค่าเฉลี่ย = 189.97	ค่าเฉลี่ย = 140.01	ค่าเฉลี่ย = 736.99

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-15 อัตราการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นปี 2540 – ช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542

ปี	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (Million Kcal)	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (Kwh)	อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด (Kcal/ Kg clinker)	อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ (Kwh/Ton Cement)
2540	5,029,794	838,227,767	742.40	120
2541	4,598,474	607,435,855	739.27	146
2542 (6 เดือนแรก)	2,372,903	334,456,096	736.99	121

ตารางที่ ก-16 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้นปี 2540- ช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542

ปี	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (ล้านบาท)	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า (ไม่รวม FTและ VAT) (ล้านบาท)	อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่ใช้ Bath /Kwh	อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ Bath/Ton Cement	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อหน่วยที่ใช้ Bath /Million Kcal	อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด Bath /Ton Clinker
2540	971.15	1,043.87	1.245	149.33	193.08	143.34
2541	885.38	747.45	1.231	180.12	192.54	142.34
2542 (6 เดือนแรก)	450.78	399.17	1.193	144.68	189.97	140.01

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในปี 2540

ผลผลิตปูนซีเมนต์ในปี 2540 = 6,989,942 Ton

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 838,227,767 Kwh

ค่าไฟฟ้า(ไม่รวมค่า FT และ VAT) = 1,043,874,758 Baht

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ $= \frac{1,043,874,758}{6,989,942}$

= 149.34 Baht/Ton Cement

ค่าไฟฟ้าต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้า $= \frac{1,043,874,758}{838,227,767}$

= 1.245 Baht /Kwh

จากมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 115.00 Kwh/ Ton Cement

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานไฟฟ้า = 115 X 1.245 = 143.17 Baht/Ton Cement

ดังนั้น เปอร์เซนต์อัตราค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น $= \frac{(149.34-143.17)X100}{143.17}$

= 4.31 %

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ = (149.34-143.17) X 6,989,942

= 43,127,942 Baht

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนในปี 2540

ผลผลิตปูนเม็ดในปี 2540 = 6,775,009.16 Ton Clinker

ปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ = 5,029,794.30 Million Kcal

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน = 971,158,700.00 Baht

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงาความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด $= \frac{971,158,700.00}{6,775,009.16}$

$= 143.34$ Baht/Ton Clinker

ค่าใช้จ่ายต่อพลังงานความร้อน $= \frac{971,158,700.00}{5,029,794.30}$

$= 193.08$ Baht /Million Kcal

จากมาตรฐานการใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ 730 Kcal / Kg clinker

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานความร้อน = 730 X 193.08 = 140.95 Baht/Ton Clinker

ดังนั้น เปอร์เซนต์อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้น $= \frac{(143.34-140.95)X100}{140.95}$

$= 1.70$ %

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ = (143.34-140.95) X 6,775,009.16

= 16,192,271 Baht

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในปี 2541

ผลผลิตปูนซีเมนต์ในปี 2541 = 4,149,756 Ton

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 607,435,855 Kwh

ค่าไฟฟ้า = 1,047,118,835 Baht

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ $= \frac{1,047,118,835}{4,149,756}$

$= 252.33$ Baht/Ton Cement

ค่าไฟฟ้าต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้า $= \frac{1,047,118,835}{607,435,855}$

$= 1.724$ Baht /Kwh

จากมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 115.00 Kwh/ Ton Cement

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานไฟฟ้า = 115 X 1.724 = 198.26 Baht/Ton Cement

ดังนั้น เปอร์เซนต์อัตราค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น $= \frac{(252.33-198.26)X100}{198.26} = 27.27\ \%$

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ = (252.33-198.26) X 4,149,756

= 224,377,306 Baht

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนในปี 2541

ผลผลิตปูนเม็ดในปี 2541 = 6,220,252 Ton Clinker

ปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ = 4,598,474 Million Kcal

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน = 885,388,032 Baht

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงาความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด $= \frac{885,388,032}{6,220,252}$

$= 142.34$ Baht/Ton Clinker

ค่าใช้จ่ายต่อพลังงานความร้อน $= \frac{885,388,032}{4,598,474}$

$= 192.54$ Baht /Million Kcal

จากมาตรฐานการใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ 730 Kcal / Kg clinker

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานความร้อน = 730 X 192.54 = 140.55 Baht/Ton Clinker

ดังนั้น เปอร์เซนต์อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้น $= \frac{(142.34-140.55)X100}{140.55}$

$= 1.27$ %

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ = (142.34-140.55) X 6,220,252

= 11,107,613 Baht

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542

ผลผลิตปูนซีเมนต์ช่วง 6 เดือนแรกปี 2542 = 2,619,062 Ton

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 334,456,096 Kwh

ค่าไฟฟ้า = 538,435,398 Baht

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ $= \frac{538,435,398}{2,619,062}$

$= 205.58$ Baht/Ton Cement

ค่าไฟฟ้าต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้า $= \frac{538,435,398}{334,456,096}$

$= 1.610$ Baht /Kwh

จากมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 115.00 Kwh/ Ton Cement

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานไฟฟ้า = 115 X 1.610 = 185.14 Baht/Ton Cement

ดังนั้น เปอร์เซนต์อัตราค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น $= \frac{(205.58-185.14)X100}{185.14} = 11.04\ \%$

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ = (205.58-185.14) X 2,619,062

= 53,551,115 Baht

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนในช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542

ผลผลิตปูนเม็ดช่วง 6 เดือนแรกปี 2542 = 3,219,710 Ton Clinker

ปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ = 2,372,903 Million Kcal

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน = 450,784,540 Baht

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงาความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด $= \frac{450,784,540}{3,219,710}$

$= 140.01$ Baht/Ton Clinker

ค่าใช้จ่ายต่อพลังงานความร้อน $= \frac{450,784,540}{2,372,903}$

$= 189.97$ Baht /Million Kcal

จากมาตรฐานการใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ 730 Kcal / Kg clinker

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานความร้อน = 730 X 189.97 = 138.68 Baht/Ton Clinker

ดังนั้น เปอร์เซนต์อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้น $= \frac{(140.01-138.68)X100}{138.68}$

$= 0.96$ %

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ = (140.01-138.68) X 3,219,710

= 4,277,157 Baht

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทำการเปรียบเทียบสมรรถภาพพลังงานของกระบวนการผลิต

สมรรถภาพของกระบวนการผลิตเกิดจากผลรวมของสมรรถภาพของหน่วยผลิตต่าง ๆ และสมรรถภาพพลังงานของกระบวนการผลิตนี้จะเป็นการเปรียบเทียบการใช้พลังงานเพื่อที่จะได้ทราบว่าได้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้นหรือยัง ซึ่งสมรรถภาพพลังงาน ของปี 2541 เปรียบเทียบกับปี 2540 และช่วง 6 เดือนแรกของปี 2542 เทียบกับ ปี 2540 สามารถหาได้ดังต่อไปนี้

สมรรถภาพพลังงาน ปี 2541 เทียบกับ ปี 2540

1. สมรรถภาพพลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตปูนเม็ด ปี 2541

ตัวประกอบผลผลิต $= \frac{\text{ผลผลิตปูนเม็ดในปี 2541}}{\text{ผลผลิตปูนเม็ดในปี 2540}}$

$= \frac{6,220,252}{6,775,012} = 0.9181$

การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2540 = พลังงานความร้อนปี 2540 X ตัวประกอบการผลิต

$= 5,029,794 \times 0.9181 = 4,617,854$

สมรรถภาพพลังงาน $= \frac{(\text{การใช้พลังงานความร้อนเทียบปี 2540} - \text{การใช้พลังงานปี 2541})}{\text{การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2540}} \times 100$

$= \frac{(4,617,854 - 4,598,474)}{4,617,854} \times 100$

สมรรถภาพพลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตปูนเม็ด ปี 2541 = 0.42%

2. สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ปี 2541

ตัวประกอบผลผลิต = ผลผลิตปูนซีเมนต์ในปี 2541 / ผลผลิตปูนซีเมนต์ในปี 2540

= 4,149,756 / 6,989,942 = 0.5937

การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2540 = พลังงานไฟฟ้าปี 2540 X ตัวประกอบการผลิต

= 838,227,767 X 0.5937 = 497,655,825

สมรรถภาพพลังงาน = (การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2540 – การใช้พลังงานปี 2541) / การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2540 X 100

= (497,655,825 – 607,435,855) / 497,655,825 X 100

สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ปี 2541 = -22.06%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมรรถภาพพลังงานช่วง 6 เดือนแรกของ ปี 2542 เทียบกับ ปี 2540

1. สมรรถภาพพลังงานของกระบวนการผลิตปูนเม็ด ปี 2542

ตัวประกอบผลผลิต = ผลผลิตปูนเม็ดในปี 2542 / ผลผลิตปูนเม็ดในปี 2540

= 3,219,710 / 3,455,648 = 0.9317

การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2540 = พลังงานความร้อนปี 2540 X ตัวประกอบการผลิต

= 2,570,665 X 0.9317 = 2,395,089

สมรรถภาพพลังงาน = (การใช้พลังงานความร้อนเทียบปี 2540 – การใช้พลังงานความร้อนปี 2542) X100 / การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2540

= (2,395,089 – 2,372,903) X 100 / 2,395,089

สมรรถภาพพลังงานของกระบวนการผลิตปูนเม็ด ปี 2542 = 0.93%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ปี 2542

ตัวประกอบผลผลิต = ผลผลิตปูนซีเมนต์ในปี 2542 / ผลผลิตปูนซีเมนต์ในปี 2540

= 2,759,062 / 3,815,756 = 0.7230

การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2540 = พลังงานไฟฟ้าที่ปี 2540 X ตัวประกอบการผลิต

= 439302664 X 0.7230 = 317,615,826

สมรรถภาพพลังงาน = (การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2540 – พลังงานไฟฟ้าปี 2542) / การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2540 X 100

= (317,615,826 – 334,456,096) / 317,615,826 X 100

สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ปี 2542 = -5.30 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-17 ข้อมูลชนิดเชื้อเพลิงเทียบเป็นพลังงานความร้อน

Energy Content of Fuel (Net Calorific Value)

Type	Unit	Kcal/Unit	Toe/106 Unit	Mj/Unit	103 Btu/Unit
Modern Energy					
1. Crude Oil	Litre	8,680	860.00	36.34	34.45
2. Condensate	Litre	7,900	782.72	33.08	31.35
3. Natural Gas					
3.1 Wet	sef.	248	24.57	1.04	0.98
3.2 Dry	sef.	244	24.18	1.02	0.97
4. Petroleum Product					
4.1 LPG	Litre	6,360	630.14	26.63	25.24
4.2 Gasoline	Litre	7,520	745.07	31.48	29.84
4.3 Aviation Fuel	Litre	8,250	817.40	34.54	32.74
4.4 Kerosene	Litre	8,250	817.40	34.54	32.74
4.5 Diesel	Litre	8,700	861.98	36.43	34.52
Diesel (TPI PL)	Litre	9,371	928.466	39.23	37.19
4.6 Fuel Oil	Litre	9,500	941.24	39.77	37.70
Fuel Oil (TPI PL)	Litre	8,717	863.69	36.50	34.59
4.7 Bitumen	Litre	9,840	974.93	41.20	39.05
4.8 Petroleum Coke	kg	8,400	832.26	35.17	33.33
5. Electricity	kWh	860	85.21	3.60	3.41
6. Hydro – Electric	kWh	2,236	221.54	9.36	8.87
7. Geothemal – Electric	kWh	9,500	941.24	39.77	37.70
8. Coal (Import)	kg	6,300	624.19	26.38	25.00
Coal (TPI PL)	kg	5,300-6,500	525.12-644.01	22.19-27.21	231.03-25.79
9. Coke	kg	6,600	653.92	27.63	26.19
10. Anthracite		7,500	743.09	31.40	29.76
11. Lignite					
11.1 Li	kg	4,400	435.94	18.42	17.46
11.2 Krabi	kg	2,600	257.60	10.89	10.32
11.3 Mae Moh	kg	2,500	247.70	10.47	9.92
11.4 Chae Khon	kg	3,610	357.67	15.11	14.33
12. อื่น ๆ					
12.1 LCO	kg	10100	1,000.69	42.29	40.08

Units of Energy	J (Ws)	kWh	kcal	Btu
1 J (Ws)	1	2.788×10^{-7}	2.388×10^{-4}	9.478×10^{-4}
1 kWh	3.600×10^{6}	1	859.845	3,412.14
1 kcal	4,186.80	1.163×10^{-3}	1	3.96832
1 Btu	1,055.06	2.931×10^{-4}	0.251996	1

Units of Power	kW	hp	Kcal/s	Btu/s
1 kW	1	1.34102	0.238846	0.94781
1 hp	0.745700	1	0.17811	0.70679
1 kcal/s	4.1868	5.614	1	3.96832
1 Btu/s	1.05505	1.4149	0.251993	1

ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตาม Line การผลิตในเดือน มิถุนายน 2542

LINE 1

ITEM	DESCRIPTION	OPERATING HOUR (HR)	ENERGY (KWH)	PERCENTAGE (%)
1	LIMESTONE CRUSHER 1	184.24	225,055.85	0.36
2	SHALE CRUSHER 1	227.31	88,302.06	0.14
3	COAL CRUSHER	193.09	46,731.45	0.07
4	RAW MILL 1	217.78	2,084,283.79	3.30
5	RAW MILL 2	203.44	2,018,673.96	3.20
6	KILN 1	224.86	2,548,460.89	4.03
7	CEMENT MILL 1	365.81	2,926,723.62	4.63
8	CEMENT MILL 2	385.26	2,982,130.92	4.72
9	COPOUND CRUSHER 1	113.00	91,718.86	0.15
10	COAL MILL 1	157.69	194,946.91	0.31
11	COAL MILL 2	148.44	189,385.23	0.30
	TOTAL		13,396,413.54	21.21

LINE 2

ITEM	DESCRIPTION	OPERATING HOUR (HR)	ENERGY (KWH)	PERCENTAGE (%)
12	LIMESTONE CRUSHER 2	28.40	68,558.96	0.11
13	SHALE CRUSHER 2	433.20	217,171.22	0.34
14	RAW MILL 3	467.09	2,697,361.52	4.27
15	RAW MILL 4	428.83	2,637,025.56	4.17
16	RAW MILL 5	422.41	2,604,741.43	4.12
17	KILN 2	613.35	5,337,917.21	8.45
18	CEMENT MILL 3	351.94	2,864,591.58	4.54
19	CEMENT MILL 4	328.65	2,520,612.73	3.99
20	CEMENT MILL 5	347.41	2,785,868.51	4.41
21	COAL MILL 3	429.99	651,885.25	1.03
22	COAL MILL 4	375.33	530,017.06	0.84
	TOTAL		22,915,751.03	36.28

ตารางที่ ข-1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตาม Line การผลิตในเดือน มิถุนายน 2542 (ต่อ)

LINE 3

ITEM	DESCRIPTION	OPERATING HOUR (HR)	ENERGY (KWH)	PERCENTAGE (%)
23	LIMESTONE CRUSHER 3	323.26	670,462.62	1.06
24	RAW MILL 6	488.24	2,717,985.01	4.30
25	RAW MILL 7	570.12	3,247,460.10	5.14
26	RAW MILL 8	493.11	2,758,031.49	4.37
27	KILN 3	697.03	5,842,635.60	9.25
28	CEMENT MILL 6	476.22	4,071,116.34	6.45
29	CEMENT MILL 7	371.73	3,159,693.80	5.00
30	COMPOUND CRUSHER 2	87.83	56,613.10	0.09
31	COAL MILL 5	423.96	732,368.69	1.16
32	COAL MILL 6	448.90	594,197.90	0.94
	TOTAL		23,850,564.65	37.76

UTILITY

ITEM	DESCRIPTION	OPERATING HOUR (HR)	ENERGY (KWH)	PERCENTAGE (%)
33	TESMITH CRUSHER 1		6,608.07	0.01
34	TESMITH CRUSHER 2		4,758.63	0.008
35	CFBK CRUSHER		300,536.87	0.48
36	PACKING & LOADING 1		777,957.24	1.23
37	PACKING & LOADING 2		141,951.91	0.22
38	WATER SYSTEM		716,914.06	1.14
	TOTAL		1,948,726.78	3.09
TOTAL ENERGY CONSUMTION OF CEMENT PROCESS			62,111,456.00	98.33

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตาม Line การผลิตในเดือน มิถุนายน 2542 (ต่อ)

BUILDING

ITEM	DESCRIPTION	OPERATING HOUR (HR)	ENERGY (KWH)	PERCENTAGE (%)
39	MAINTENANCE WORKSHOP		52,227.75	0.08
40	MAIN SUBSTATION		142,783.49	0.23
41	CCB		182,994.96	0.29
42	QUARRY WORKSHOP SITE A		24,738.20	0.04
43	QUARRY WORKSHOP SITE C		17,949.91	0.03
44	FABRICATION WORKSHOP		10,733.10	0.02
45	ADMINSTRATION		43,733.38	0.07
46	STORE		8,968.95	0.01
47	AUTOMATION WAREHOUSE		3,568.36	0.01
48	APATMENT		73,358.71	0.12
49	ERECTION		120,511.78	0.19
50	DRYMORTAR		354,432.63	0.56
51	BATCHING PLANT A		5,695.07	0.01
52	BATCHING PLANT B		3,877.54	0.01
53	BATCHING PLANT C		6,266.73	0.01
	TOTAL		1,051,840.56	1.67
TOTAL ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION			63,163,296.56	100.00

(Energy report แผนกไฟฟ้า บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ ตัวอย่าง, june 1999)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-2 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามแผนก ในเดือน มิถุนายน 2542

CRUSHER PLANT	ENERGY (KWH)	RAW MILL PLANT	ENERGY (KWH)	COAL MILL PLANT	ENERGY (KWH)	KILN PLANT	ENERGY (KWH)	CEMENT & PACKING	ENERGY (KWH)
LIMESTONE CRUSHER 1	225,055.85	RAW MILL 1	2,084,283.79	COAL MILL 1	194,946.91	KILN 1	2,548,460.89	CEMENT MILL 1	2,926,723.62
SHALE CRUSHER 1	88,302.06	RAW MILL 2	2,018,673.96	COAL MILL 2	189,385.23	KILN 2	5,337,917.21	CEMENT MILL 2	2,982,130.92
COAL CRUSHER	46,731.45	RAW MILL 3	2,697,361.52	COAL MILL 3	651,885.25	KILN 3	5,842,635.60	CEMENT MILL 3	2,864,591.58
COPOUND CRUSHER 1	91,718.86	RAW MILL 4	2,637,025.56	COAL MILL 4	530,017.06	WATER SYSTEM	716,914.06	CEMENT MILL 4	2,520,612.73
LIMESTONE CRUSHER 2	68,558.96	RAW MILL 5	2,604,741.43	COAL MILL 5	732,368.69			CEMENT MILL 5	2,785,868.51
SHALE CRUSHER 2	217,171.22	RAW MILL 6	2,717,985.01	COAL MILL 6	594,197.90			CEMENT MILL 6	4,071,116.34
LIMESTONE CRUSHER 3	670,462.62	RAW MILL 7	3,247,460.10					CEMENT MILL 7	3,159,693.80
COPOUND CRUSHER 2	56,613.10	RAW MILL 8	2,758,031.49					PACKING & LOADING 1	777,957.24
TESMITH CRUSHER 1	6,608.07							PACKING & LOADING 2	141,951.91
TESMITH CRUSHER 2	4,758.63								
CFBK CRUSHER	300,536.87								
TOTAL	1,776,517.69	TOTAL	20,765,562.86	TOTAL	2,892,801.04	TOTAL	14,445,927.76	TOTAL	22,230,646.65

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-3 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 22KV ปี 2541

เดือน ปี 2541	ค่าไฟฟ้า 22 KV	
	Kwh	Baht
มกราคม	1,312,498	3,476,394
กุมภาพันธ์	711,350	1,793,477
มีนาคม	267,936	525,507
เมษายน	1,185,004	3,216,236
พฤษภาคม	1,269,652	3,460,092
มิถุนายน	238,728	496,716
กรกฎาคม	243,500	509,471
สิงหาคม	186,472	430,366
กันยายน	242,344	515,738
ตุลาคม	282,176	584,376
พฤศจิกายน	263,204	548,572
ธันวาคม	217,060	462,839
ผลรวม	6,419,924	16,019,782

ตาราง ข-4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 22KV ช่วง 6 เดือนแรก ปี 2542

เดือน ปี 2542	ค่าไฟฟ้า 22 KV	
	Kwh	Baht
มกราคม	263,456	539,725
กุมภาพันธ์	238,456	495,011
มีนาคม	263,524	539,224
เมษายน	310,964	662,395
พฤษภาคม	203,040	415,435
มิถุนายน	286,816	526,778
ผลรวม	1,566,256	3,178,568

ระบบพลังงานความร้อน

ระบบพลังงานความร้อนเกิดจากพลังงานความร้อนที่ บริเวณ Burner และ บริเวณ Precalcine Burner และส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ซึ่งสามารถพิจารณาเป็นสมการสมดุลยปริมาณความร้อนได้ดังนี้

สมดุลยความร้อน

ข้อมูลที่ต้องการ

Fuel analysis coal - as fired			line 1	line 2	line 3
A_A	=	Percent ash	4.57	4.58	5.09
A_H	=	Percent hydrogen	4.49	4.37	4.29
A_C	=	Percent carbon	60.34	60.29	60.42
A_N	=	Percent nitrogen	0.91	0.81	0.83
A_O	=	Percent oxygen	18.95	18.98	19.01
A_S	=	Percent surfur	0.40	0.42	0.44
A_M	=	Percent moisture	10.50	10.55	11.26
A_Q	=	Heat valve	5615.23	5635.42	5624.12

(แผนก Process control , สิงหาคม 2542)

Kiln feed analysis (loss free basis)					
C_{Si}	=	Percent SiO_2	21.75	21.30	21.32
C_{Al}	=	Percent Al_2O_3	5.48	5.76	5.53
C_{Fe}	=	Percent Fe_2O_3	3.41	3.47	3.86
C_{Ca}	=	Percent CaO	67.14	67.18	67.29
C_{Mg}	=	Percent MgO	1.19	1.14	0.92
C_{Na}	=	Percent Na_2O	0.14	0.14	0.11
C_K	=	Percent K_2O	0.36	0.42	0.47
C_S	=	Percent SO_3	0.13	0.15	0.14
C_{Ig}	=	Percent ignition loss	0	0	0
C_m	=	Percent moisture	0.4	0.44	0.37

(แผนก Process control , สิงหาคม 2542)

Kiln exit gas analysis

D_{CO_2}	=	Percent CO_2	40.06	38.54	36.84
D_{CO}	=	Percent CO	0.02	0.02	0.03
D_{O_2}	=	Percent O_2	4.26	5.68	6.59
D_{N_2}	=	Percent N_2	55.66	55.76	56.54

(ข้อมูลการวัดของผู้วิจัยวันที่ 27 สิงหาคม 2542)

Kiln exit gas analysis at cooler stack

CO_2	=	CO_2 at cooler stack	0	0	0
O_2	=	O_2 at cooler stack	21	20	22
Bws	=	moisture in air	0	0	0

(ข้อมูลการวัดของผู้วิจัยวันที่ 27 สิงหาคม 2542)

Weight of materials

RM feed	**=**	**Raw mill feed (ton/h)**	**520.00**	**540.00**	**553.00**
PC feed	=	Precalcine feed(ton/h)	22.70	23.80	24.40
MB feed	=	Main burner feed(ton/h)	20.10	21.00	21.20
W_{dF}	=	Clinker factor	1.59	1.59	1.59
W_{Cl}	=	Kiln output $= \frac{\text{(RM feed)}}{W_{dF}}$	327.04	339.62	347.79
W_A	=	as fired rate $= \frac{\text{(PC feed + MB feed)}}{W_{Cl}}$	0.1308	0.1319	0.1311

(ข้อมูลของผู้วิจัยจาก POLCID DC LINE 1,2 and 3 วันที่ 27 สิงหาคม 2542)

Kiln dimention

L_1	=	Kiln length (m)	87	87	87
L_2	=	Kiln diameter (m)	5.6	5.6	5.6
L_3	=	Refractory thickness (mm)	220	220	220
L_4	=	Kiln shell thickess (mm)	30	30	30

(Krupp Polysius,1994)

Clinker analysis (loss free basis)

H_{Si}	=	Percent SiO_2	21.70	21.68	22.03
H_{Al}	=	Percent Al_2O_3	5.08	5.15	5.16
H_{Fe}	=	Percent Fe_2O_3	3.43	3.42	3.43
H_{Ca}	=	Percent CaO	65.25	65.61	66.41
H_{Mg}	=	Percent MgO	2.39	1.93	1.71
H_S	=	Percent SO_3	0.20	0.25	0.19
H_{AlK}	=	Percent alkalies	0.32	0.32	0.36
H_{Ig}	=	Percent ignition loss	0	0	0

(แผนก Process control , สิงหาคม 2542)

Temperature (celsius)

T_{Ex}	=	Kiln exit gas	281	278	284
T_{St}	=	Cooler stack	262	247	233
T_{Cl}	=	Clinker at Cooler	105	107	110
T_F	=	Coal as fired	65	60	55
T_C	=	Temperature of raw meal feed	68	74	63
T	=	Temperature room	37		

(ข้อมูลการวัดของผู้วิจัยวันที่ 27 สิงหาคม 2542)

T_{Z1}	=	Average kiln shell , 1^{st}	60	118	203
T_{Z2}	=	Average kiln shell , 2^{nd}	189	139	184
T_{Z3}	=	Average kiln shell , 3^{rd}	213	179	168
T_{Z4}	=	Average kiln shell , 4^{th}	282	180	218
T_{Z5}	=	Average kiln shell , 5^{th}	282	142	245
T_{Z6}	=	Average kiln shell , 6^{th}	185	166	335
T_{Z7}	=	Average kiln shell , 7^{th}	233	214	239
T_{Z8}	=	Average kiln shell , 8^{th}	284	187	228
T_{Z9}	=	Average kiln shell , 9^{th}	191	155	248
T_{Z10}	=	Average kiln shell , 10^{th}	209	111	75

(ข้อมูลของผู้วิจัยจาก POLCID DC LINE 1,2 and 3 วันที่ 27 สิงหาคม 2542)

Air volumes (standard $0^{O}C$, 760 mmHg)

V_C	=	Cooler vent stack (m^3/s)	191.76	179.82	192.66

(ข้อมูลการวัดของผู้วิจัยวันที่ 27 สิงหาคม 2542)

Ambient air

F_T	=	Ambient air temperatuer(^{O}C)	35	42	45

(ข้อมูลการวัดของผู้วิจัยวันที่ 27 สิงหาคม 2542)

Air in cooler stack (Kg/h)

W_2	=	$4654.44V_C$	892535.43	836959.57	896714.21

(ข้อมูลการวัดของผู้วิจัยวันที่ 27 สิงหาคม 2542)

W_4	=	$4654.44V_{pa}$	21508.68	21508.68	32581.08

(Krupp Polysius,1994)

W_t	=	$4654.44V_{CO}$	969054.41	1105615.68	892513.43

(ข้อมูลของผู้วิจัยจาก POLCID DC LINE 1,2 and 3 วันที่ 27 สิงหาคม 2542)

Total weight of exit gases (Kg/Kg_{CL})

W_{CO_2}	=	CO_2 from coal as fired+CO_2 from feed	0.8347	0.8368	0.8345
W_{H_2O}	=	H_2O from coal as fired+H_2O from feed	0.0181	0.0185	0.0171
W_{SO_2}	=	0.5(SO_2 from coal as fired)	0.00235	0.0025	0.0026
W_{N_2}	=	N_2 from coal as fired	0.7827	0.7777	0.7764
$W_{excees\ air}$	=	excess air	0.4416	0.6779	0.8497

Radiation on kiln shell

S_S	=	kiln shell surface area (m^2)	56.30	56.30	102.04
			105.55	105.55	117.87
			112.59	112.59	170.65
			123.15	123.15	158.34
			130.19	130.19	119.63
			140.74	140.74	211.12
			154.82	154.82	270.60
			165.37	165.37	84.45
			182.96	182.96	147.78
			358.89	358.89	211.12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Heat loss with kiln exit gas (Line 1)

หาค่า Weight of gases from Coal as fired

CO_2 from Coal as fired = $0.03667\ A_C\ W_A$

H_2O from Coal as fired = $0.02\ A_H\ W_A$

S_2O from Coal as fired = $0.09\ A_S\ W_A$

N_2 from Coal as fired = $W_A[\frac{A_N}{100} + 3.3478\{0.0267A_C + 0.01A_S + 0.08A_H - 0.01A_O\}]$

ที่มา :

แทนค่า CO_2 = $0.03667\ (60.34)(0.1308)$

= 0.2894

H_2O = $0.02\ (4.49)(0.1308)$

= 0.0117

S_2O = $0.09\ (0.40)(0.1308)$

= 0.0047

N_2 = $0.1308[(0.91/100)+3.3478\{0.0267(60.34)+0.01(0.40)$

$+0.08(4.49)-0.01(18.95)\}]$

= 0.7827

Subtotal = 0.2894+0.0117+0.0047+0.7827

= 1.0885

excess air = $\frac{m}{100}$ (Subtotal)

เมื่อ m = $\frac{189(2.0D_{O_2}-D_{CO})}{D_{N_2}- [1.89(2.0D_{O_2}-D_{CO})]}$

= $\frac{189[2.0(4.26)-0.02]}{55.66-[1.89\{2.0(4.26)-0.02\}]}$

= 40.573

excess air = (40.573/100)1.0885

= 0.4416

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หาค่า Weight of gases from the feed

CO_2 from feed = $(1+0.5K_2)(0.44a+0.5216b)$

เมื่อ K_2 = K_1 / W_{dF}

K_1 = W_{dF} - i

i = g-h

ซึ่ง a = $0.01784\ C_{Ca}$

b = $0.0209\ C_{Mg}$

c = $0.01\ C_{Al}$

d = $0.01\ C_{Si}$

e = $0.01\ C_{Fe}$

f = $0.00075\ C_{Si} + 0.0035\ C_{Al}$

g = Subtotal

แทนค่า a = $0.01784(67.14)$ = 1.1977

b = $0.0209(1.19)$ = 0.0249

c = $0.01(5.48)$ = 0.0548

d = $0.01(21.75)$ = 0.2175

e = $0.01(3.41)$ = 0.0341

f = $0.00075\ (21.75) + 0.0035(5.48)$ = 0.0354

ดังนั้นค่า g = 1.1977+0.0249+0.0548+0.2175+0.0341+0.0354

= 1.5644

หาค่า h จาก h = $W_A \frac{(A_A)}{100} \frac{(100)}{(100-C_{Ig})}$

แทนค่า h = $0.1308(4.57/100) / (100/100-0)$ = 0.00597

ดังนั้นค่า i จะมีค่า = 1.5644-0.00597 = 1.5584

หาค่า K_1 จาก K_1 = W_{dF} - i

= 1.59-1.5584 = 0.0316

หาค่า K_2 จาก K_2 = K_1 / W_{df}

= 0.0316 / 1.59 = 0.0198

หาค่า CO_2 from feed จาก = $(1+0.5K_2)(0.44a+0.5216b)$

= $[1+0.5(0.0198)][0.44(1.1977)+0.5216(0.0249)]$

ดังนั้น CO_2 from feed = 0.5453

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

H_2O from feed = $\frac{100W_{dF} - W_{dF}}{100\text{-}Cm}$

= [100(1.59)/(100-0.4)]-1.59

ดังนั้น H_2O from feed จะมีค่า = 0.0064

หาค่า Weight of exit gases

W_{CO_2} = CO_2 from coal as fired + CO_2 from feed

= 0.2894+0.5453 = 0.8347

W_{H_2O} = H_2O from coal as fired + H_2O from feed

= 0.0117+0.0064 = 0.0181

W_{SO_2} = 0.5(SO_2 from coal as fired)

= 0.0023

W_{N_2} = N_2 from coal as fired

= 0.7827

$W_{excees\ air}$ = excess air

= 0.4416

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Heat loss with kiln exit gas (Line 2)

หาค่า Weight of gases from Coal as fired

CO_2 from Coal as fired = $0.03667\ A_C W_A$

H_2O from Coal as fired = $0.02\ A_H W_A$

S_2O from Coal as fired = $0.09\ A_S W_A$

N_2 from Coal as fired = $W_A[\frac{A_N}{100} + 3.3478\{0.0267A_C + 0.01A_S + 0.08A_H - 0.01A_O\}]$

ที่มา :

แทนค่า CO_2 = $0.03667\ (60.29)(0.1319)$

= 0.2916

H_2O = $0.02\ (4.37)(0.1319)$

= 0.0115

S_2O = $0.09\ (0.42)(0.1319)$

= 0.0050

N_2 = $0.1319[(0.81/100)+3.3478\{0.0267(60.29)+0.01(0.42)$

$+0.08(4.37)-0.01(18.98)\}]$

= 0.7777

Subtotal = 0.2916+0.0115+0.0050+0.7777

= 1.0858

excess air = $\frac{m}{100}$ (Subtotal)

เมื่อ m = $\frac{189(2.0D_{O_2}-D_{CO})}{D_{N_2}- [1.89(2.0D_{O_2}-D_{CO})]}$

= $\frac{189[2.0(5.68)-0.02]}{55.76-[1.89\{2.0(5.68)-0.02\}]}$

= 62.436

excess air = (62.436/100)1.0858

= 0.6779

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หาค่า Weight of gases from the feed

CO_2 from feed = $(1+0.5K_2)(0.44a+0.5216b)$

เมื่อ K_2 = K_1 / W_{dF}

K_1 = W_{dF} - i

i = g-h

ซึ่ง a = $0.01784\ C_{Ca}$

b = $0.0209\ C_{Mg}$

c = $0.01\ C_{Al}$

d = $0.01\ C_{Si}$

e = $0.01\ C_{Fe}$

f = $0.00075\ C_{Si} + 0.0035\ C_{Al}$

g = Subtotal

แทนค่า a = 0.01784(67.18) = 1.1984

b = 0.0209(1.14) = 0.0238

c = 0.01(5.76) = 0.0576

d = 0.01(21.30) = 0.2130

e = 0.01(3.47) = 0.0347

f = 0.00075 (21.30)+ 0.0035(5.76) = 0.0361

ดังนั้นค่า g = 1.1984+0.0238+0.0576+0.2130+0.0347+0.0361

= 1.5637

หาค่า h จาก h = $W_A \frac{(A_A)}{100} \frac{(100)}{(100-C_{Ig})}$

แทนค่า h = 0.1319(4.58/100)(100/100-0) = 0.0060

ดังนั้นค่า i จะมีค่า = 1.5637-0.0060 = 1.5577

หาค่า K_1 จาก K_1 = W_{dF} - i

= 1.59-1.5577 = 0.0322

หาค่า K_2 จาก K_2 = K_1 / W_{df}

= 0.0322 / 1.59 = 0.0203

หาค่า CO_2 from feed จาก = $(1+0.5K_2)(0.44a+0.5216b)$

= [1+0.5(0.0203)][0.44(1.1984)+0.5216(0.0238)]

ดังนั้น CO_2 from feed = 0.5452

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

H_2O from feed = $\frac{100W_{dF} - W_{dF}}{100\text{-}Cm}$

= [100(1.59)/(100-0.44)]-1.59

ดังนั้น H_2O from feed จะมีค่า = 0.0070

หาค่า Weight of exit gases

W_{CO_2} = CO_2 from coal as fired + CO_2 from feed

= 0.2916+0.5452 = 0.8368

W_{H_2O} = H_2O from coal as fired + H_2O from feed

= 0.0115+0.0070 = 0.0185

W_{SO_2} = 0.5(SO_2 from coal as fired)

= 0.0025

W_{N_2} = N_2 from coal as fired

= 0.7777

$W_{excees\ air}$ = excess air

= 0.6779

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Heat loss with kiln exit gas (Line 3)

หาค่า Weight of gases from Coal as fired

CO_2 from Coal as fired = $0.03667\ A_C\ W_A$

H_2O from Coal as fired = $0.02\ A_H\ W_A$

S_2O from Coal as fired = $0.09\ A_S\ W_A$

N_2 from Coal as fired = $W_A[\frac{A_N}{100} + 3.3478\{0.0267A_C + 0.01A_S + 0.08A_H - 0.01A_O\}]$

ที่มา :

แทนค่า CO_2 = $0.03667\ (60.42)(0.1311)$

= 0.2904

H_2O = $0.02\ (4.29)(0.1311)$

= 0.0112

S_2O = $0.09\ (0.44)(0.1311)$

= 0.0052

N_2 = $0.1311[(0.83/100)+3.3478\{0.0267(60.42)+0.01(0.44)$
$+0.08(4.29)-0.01(19.01)\}]$

= 0.7764

Subtotal = 0.2904+0.0112+0.0052+0.7764

= 1.0833

excess air = $\frac{m\ (\text{Subtotal})}{100}$

เมื่อ m = $\frac{189(2.0D_{O_2}-D_{CO})}{D_{N_2}-[1.89(2.0D_{O_2}-D_{CO})]}$

= $\frac{189[2.0(6.59)-0.03]}{56.54-[1.89\{2.0(6.59)-0.03\}]}$

= 78.435

excess air = (78.435/100)1.0833

= 0.8497

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หาค่า Weight of gases from the feed

CO_2 from feed = $(1+0.5K_2)(0.44a+0.5216b)$

เมื่อ K_2 = K_1 / W_{dF}

K_1 = W_{dF} - i

i = g-h

ซึ่ง a = $0.01784\ C_{Ca}$

b = $0.0209\ C_{Mg}$

c = $0.01\ C_{Al}$

d = $0.01\ C_{Si}$

e = $0.01\ C_{Fe}$

f = $0.00075\ C_{Si} + 0.0035\ C_{Al}$

g = Subtotal

แทนค่า a = 0.01784(67.29) = 1.2004

b = 0.0209(0.92) = 0.0192

c = 0.01(5.53) = 0.0553

d = 0.01(21.31) = 0.2131

e = 0.01(3.86) = 0.0386

f = 0.00075 (21.31)+ 0.0035(5.53) = 0.0353

ดังนั้นค่า g = 1.2004+0.0192+0.0553+0.2131+0.0386+0.0353

= 1.5620

หาค่า h จาก h = $W_A \frac{(A_A)}{100} \frac{(100)}{(100-C_{Ig})}$

แทนค่า h = 0.1311(5.09/100)(100/100-0) = 0.0067

ดังนั้นค่า i จะมีค่า = 1.5620-0.0067 = 1.5553

หาค่า K_1 จาก K_1 = W_{dF} - i

= 1.59-1.5553 = 0.0347

หาค่า K_2 จาก K_2 = K_1 / W_{df}

= 0.0347 / 1.59 = 0.0218

หาค่า CO_2 from feed จาก = $(1+0.5K_2)(0.44a+0.5216b)$

= [1+0.5(0.0218)][0.44(1.2004)+0.5216(0.0192)]

ดังนั้น CO_2 from feed = 0.5441

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

H_2O from feed = $\frac{100W_{dF} - W_{dF}}{100\text{-}Cm}$

= [100(1.59)/(100-0.37)]-1.59

ดังนั้น H_2O from feed จะมีค่า = 0.0059

หาค่า Weight of exit gases

W_{CO_2} = CO_2 from coal as fired + CO_2 from feed

= 0.2904+0.5441 = 0.8345

W_{H_2O} = H_2O from coal as fired + H_2O from feed

= 0.0112+0.0059 = 0.0171

W_{SO_2} = 0.5(SO_2 from coal as fired)

= 0.0026

W_{N_2} = N_2 from coal as fired

= 0.7764

$W_{excees\ air}$ = excess air

= 0.8497

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Air flow into cooler discharge (Line 1)

$$W_t = 4654.44\ V_{CO}$$

เมื่อ V_{CO} มีค่าเท่ากับ 748860 m^3/h หรือ 208.02 m^3/s (ข้อมูลของผู้วิจัยจาก POLCID DC LINE 1 , วันที่ 27 สิงหาคม 2542)

ดังนั้น $W_t = 4654.44 \times 208.02$

$= 969054.41$ Kg/h

Air flow into cooler discharge (Line 2)

$$W_t = 4654.44\ V_{CO}$$

เมื่อ V_{CO} มีค่าเท่ากับ 855166 m^3/h หรือ 237.54 m^3/s (ข้อมูลของผู้วิจัยจาก POLCID DC LINE 2 , วันที่ 27 สิงหาคม 2542)

ดังนั้น $W_t = 4654.44 \times 237.54$

$= 1105615.68$ Kg/h

Air flow into cooler discharge (Line 3)

$$W_t = 4654.44\ V_{CO}$$

เมื่อ V_{CO} มีค่าเท่ากับ 690319 m^3/h หรือ 191.75 m^3/s (ข้อมูลของผู้วิจัยจาก POLCID DC LINE 3 , วันที่ 27 สิงหาคม 2542)

ดังนั้น $W_t = 4654.44 \times 191.75$

$= 892513.43$ Kg/h

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Air flow into primary (Line 1 and 2)

$$W_4 = 4654.44\ V_{Pa}$$

เมื่อ V_{Pa} มีค่าเท่ากับ 16636 m^3/h หรือ 4.62 m^3/s (Group Porisius , Projektall Industriebeuatung Gmbh Technical document volume 19 and 27)

ดังนั้น $W_4 = 4654.44 \times 4.62$

$= 21508.68$ Kg/h

Air flow into primary (Line 3)

$$W_4 = 4654.44\ V_{Pa}$$

เมื่อ V_{Pa} มีค่าเท่ากับ 25200 m^3/h หรือ 7.00 m^3/s (Group Porisius , Projektall Industriebeuatung Gmbh Technical document volume 27)

ดังนั้น $W_4 = 4654.44 \times 7.00$

$= 32581.08$ Kg/h

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Flow at cooler stack Line 1 (standard $0^{O}C$, 760 mmHg)

Stack diameter(m)	d	=	5.5
Cross section area	A	=	$\pi d^2/4$ = 23.758 m^2
Pitot tube coefficien	C_p	=	0.849
Gas analysis	O_2	=	21 , CO_2 = 0 , Bws = 0
Average gas temperature	T_{St}	=	262 ^{0}C = 535.15 K
Average differancial pressure	Δh	=	11.602 mmH_2O
Average static head	P	=	15.246 mmH_2O

(ข้อมูลการวัดของผู้วิจัยวันที่ 27 สิงหาคม 2542)

จาก	1 mmHg	=	0.0733514 mmH_2O
	P	=	1.118 mmHg
ที่ standard condition	P_{std}	=	760 mmHg
	T_{std}	=	273.15 K
Average static head (absulte)	$P+ P_{std}$	=	1.118+760
	P_{abs}	=	761.118

V_s = ความเร็วของอากาศภายในปล่อง (m/s) = $Kp\ C_p\ \sqrt{\Delta h}\ \sqrt{T/(P_{abs}+M_s)}$

(แสงสันต์ พานิชและคณะ, 2527)

เมื่อ

Kp = $\dfrac{34.97\ (m/s)\ (g/g_{mol})\ (mmHg)}{K\ (mmH_2O)}$

M_s = น้ำหนักโมเลกุลของอากาศภายในปล่อง (g/g_{mol})

จากสูตร M_s = $28.0+ 0.16\ CO_2 + 0.04\ O_2$

แทนค่า = $28.0+0.16(0)+0.04(21)$ = 28.84 (g/g_{mol})

แทนค่าหา V_s = $34.97 \times 0.849\sqrt{11.602} \times \sqrt{535.15/(761.118 \times 28.84)}$

ดังนั้น V_s = 15.79 (m/s)

จาก V_C = อัตราการไหลของอากาศในปล่องที่ standard condition (m^3/s)

V_C = $(1- Bws)\ V_s\ A\ (T_{std}/T)\ (P_{abs}/ P_{std})$

แทนค่าหา V_C = $(1-0)\ (15.79)\ (23.758)\ (273.15/535.15)\ (761.118/760)$

ดังนั้น V_C = 191.76 (m^3/s)

จาก W_2 = $4654.44V_C$

ดังนั้น W_2 = 4654.44×191.76

= 892535.43 Kg/h

Flow at cooler stack Line 2 (standard $0^{O}C$, 760 mmHg)

Stack diameter(m)	d	=	5.5
Cross section area	A	=	$\pi d^2/4$ = 23.758 m^2
Pitot tube coefficien	C_p	=	0.849
Gas analysis	O_2	=	20 , CO_2 = 0 , Bws = 0
Average gas temperature	T_{St}	=	247 ^0C = 520.15 K
Average differancial pressure	Δh	=	10.481 mmH_2O
Average static head	P	=	16.014 mmH_2O

(ข้อมูลการวัดของผู้วิจัยวันที่ 27 สิงหาคม 2542)

จาก	1 mmHg	=	0.0733514 mmH_2O
	P	=	1.174 mmHg
ที่ standard condition	P_{std}	=	760 mmHg
	T_{std}	=	273.15 K
Average static head (absulte)	$P+ P_{std}$	=	1.118+760
	P_{abs}	=	761.174

V_s = ความเร็วของอากาศภายในปล่อง (m/s) = $Kp\ C_p\ \sqrt{\Delta h}\ \sqrt{T/(P_{abs}+M_s)}$

เมื่อ

Kp = $\dfrac{34.97\ (m/s)\ (g/g_{mol})\ (mmHg)}{K\ (mmH_2O)}$

M_s = น้ำหนักโมเลกุลของอากาศภายในปล่อง (g/g_{mol})

จากสูตร M_s = $28.0+ 0.16\ CO_2 + 0.04\ O_2$

แทนค่า = $28.0+0.16(0)+0.04(20)$ = 28.80 (g/g_{mol})

แทนค่าหา V_s = $34.97 \times 0.849 \sqrt{10.481} \times \sqrt{520.15/(761.174 \times 28.80)}$

ดังนั้น V_s = 14.806 (m/s)

จาก V_C = อัตราการไหลของอากาศในปล่องที่ standard condition (m^3/s)

V_C = $(1- Bws)\ V_s\ A\ (T_{std}/T)\ (P_{abs}/ P_{std})$

แทนค่าหา V_C = $(1-0)\ (14.806)\ (23.758)\ (273.15/520.15)\ (761.174/760)$

ดังนั้น V_C = 179.82 (m^3/s)

จาก W_2 = $4654.44 V_C$

ดังนั้น W_2 = 4654.44×179.82

= 836959.57 Kg/h

Flow at cooler stack Line 3 (standard $0^{O}C$, 760 mmHg)

Stack diameter(m) d = 5.5

Cross section area A = $\pi d^2/4$ = 23.758 m^2

Pitot tube coefficien C_p = 0.849

Gas analysis O_2 = 20 , CO_2 = 0 , Bws = 0

Average gas temperature T_{St} = 233 ^{0}C = 506.15 K

Average differancial pressure Δh = 11.091 mmH_2O

Average static head P = 15.842 mmH_2O

(ข้อมูลการวัดของผู้วิจัยวันที่ 27 สิงหาคม 2542)

จาก 1 mmHg = 0.0733514 mmH_2O

P = 1.162 mmHg

ที่ standard condition P_{std} = 760 mmHg

T_{std} = 273.15 K

Average static head (absulte) $P+ P_{std}$ = 1.162+760

P_{abs} = 761.162

V_s = ความเร็วของอากาศภายในปล่อง (m/s) = $Kp\ C_p\ \sqrt{\Delta h}\ \sqrt{T/(P_{abs}+M_s)}$

เมื่อ

Kp = $\dfrac{34.97\ (m/s)\ (g/g_{mol})\ (mmHg)}{K\ (mmH_2O)}$

M_s = น้ำหนักโมเลกุลของอากาศภายในปล่อง (g/g_{mol})

จากสูตร M_s = $28.0+ 0.16\ CO_2 + 0.04\ O_2$

แทนค่า = $28.0+0.16(0)+0.04(22)$ = 28.88 (g/g_{mol})

แทนค่าหา V_s = $34.97 \times 0.849 \sqrt{11.091} \times \sqrt{506.15/(761.162 \times 28.88)}$

ดังนั้น V_s = 15.003 (m/s)

จาก V_C = อัตราการไหลของอากาศในปล่องที่ standard condition (m^3/s)

V_C = $(1- Bws)\ V_s\ A\ (T_{std}/T)\ (P_{abs}/ P_{std})$

แทนค่าหา V_C = $(1-0)\ (15.003)\ (23.758)\ (273.15/506.15)\ (761.162/760)$

ดังนั้น V_C = 192.66 (m^3/s)

จาก W_2 = $4654.44 V_C$

ดังนั้น W_2 = 4654.44×192.66

= 896714.01 Kg/h

Kiln shell surface area (m^2) Line 1 and 2

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Kiln line1 และ line2 L0 = 5.6 m

ความยาว Kiln ที่แบ่งออกเป็นช่วง จำนวน 10 ช่วงดังนี้

L1 = 3.2 m
L2 = 6.0 m
L3 = 6.4 m
L4 = 7.0 m
L5 = 7.4 m
L6 = 8.0 m
L7 = 8.8 m
L8 = 9.4 m
L9 = 10.4 m
L10 = 20.4 m

หาค่า Kiln shell surface area จากสูตร $S_S = \prod (L0)(Lx)$

ดังนั้นค่า Kiln shell surface area จะเท่ากับ

$S_1 = \prod (5.6)(3.2) = 56.30\ m^2$
$S_2 = \prod (5.6)(6.0) = 105.55\ m^2$
$S_3 = \prod (5.6)(6.4) = 112.59\ m^2$
$S_4 = \prod (5.6)(7.0) = 123.15\ m^2$
$S_5 = \prod (5.6)(7.4) = 130.19\ m^2$
$S_6 = \prod (5.6)(8.0) = 140.74\ m^2$
$S_7 = \prod (5.6)(8.8) = 154.82\ m^2$
$S_8 = \prod (5.6)(9.4) = 165.37\ m^2$
$S_9 = \prod (5.6)(10.4) = 182.96\ m^2$
$S_{10} = \prod (5.6)(20.4) = 358.89\ m^2$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Kiln shell surface area (m^2) Line 3

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Kiln line3 L0 = 5.6 m

ความยาว Kiln ที่แบ่งออกเป็นช่วง จำนวน 10 ช่วงดังนี้

L1 = 5.8 m

L2 = 6.7 m

L3 = 9.7 m

L4 = 9.0 m

L5 = 6.8 m

L6 = 12.0 m

L7 = 11.8 m

L8 = 4.8 m

L9 = 8.4 m

L10 = 12.0 m

หาค่า Kiln shell surface area จากสูตร $S_S = \prod (L0)(Lx)$

ดังนั้นค่า Kiln shell surface area จะเท่ากับ

$S_1 = \prod (5.6)(5.8) = 102.04\ m^2$

$S_2 = \prod (5.6)(6.7) = 117.87\ m^2$

$S_3 = \prod (5.6)(9.7) = 170.65\ m^2$

$S_4 = \prod (5.6)(9.0) = 158.34\ m^2$

$S_5 = \prod (5.6)(6.8) = 119.63\ m^2$

$S_6 = \prod (5.6)(12.0) = 211.12\ m^2$

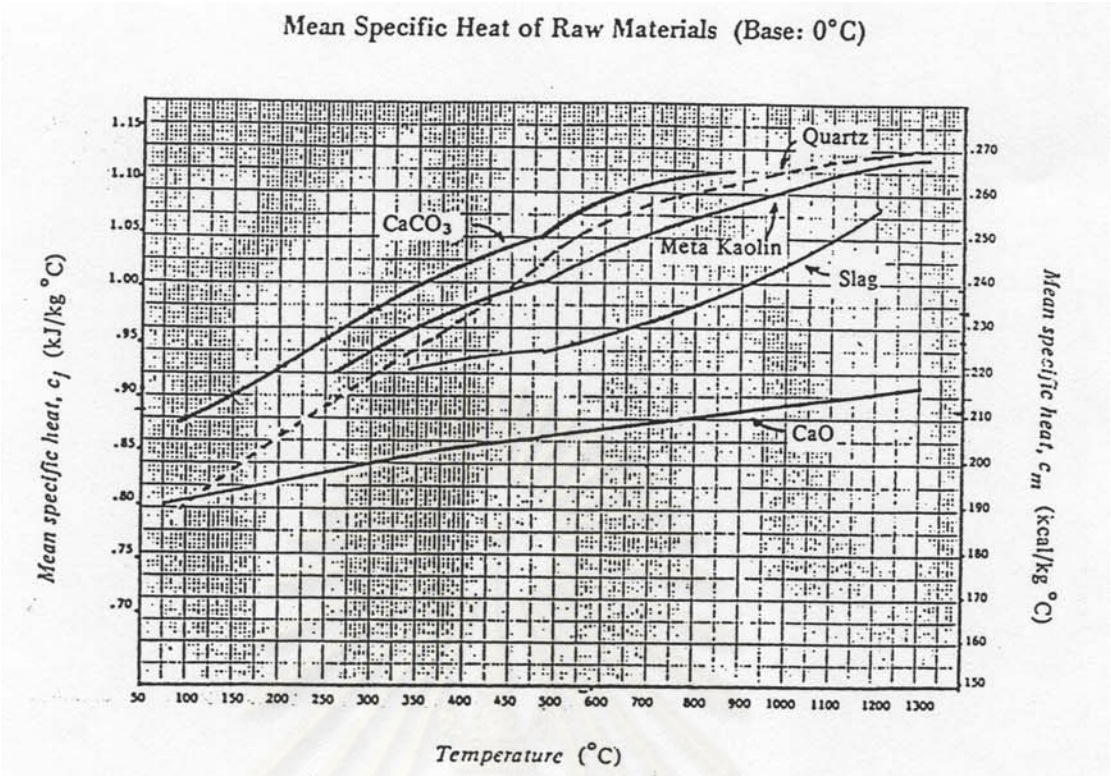
$S_7 = \prod (5.6)(11.8) = 207.60\ m^2$

$S_8 = \prod (5.6)(4.8) = 84.45\ m^2$

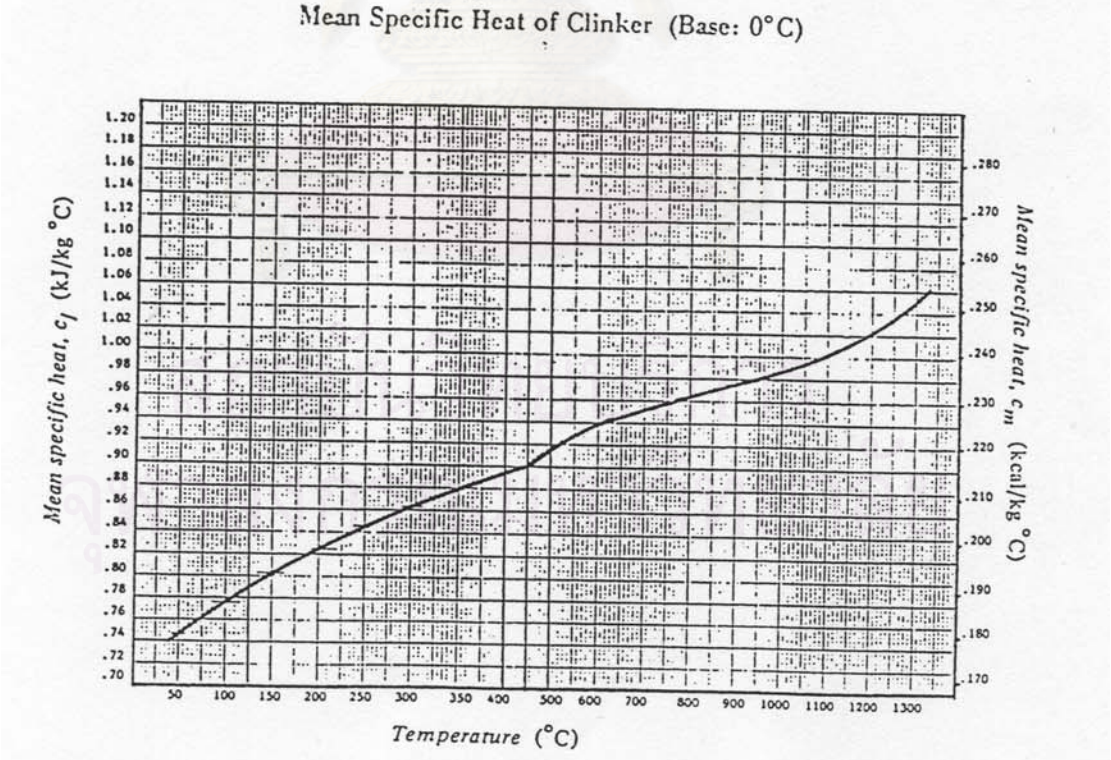
$S_9 = \prod (5.6)(8.4) = 147.78\ m^2$

$S_{10} = \prod (5.6)(12.0) = 211.12\ m^2$

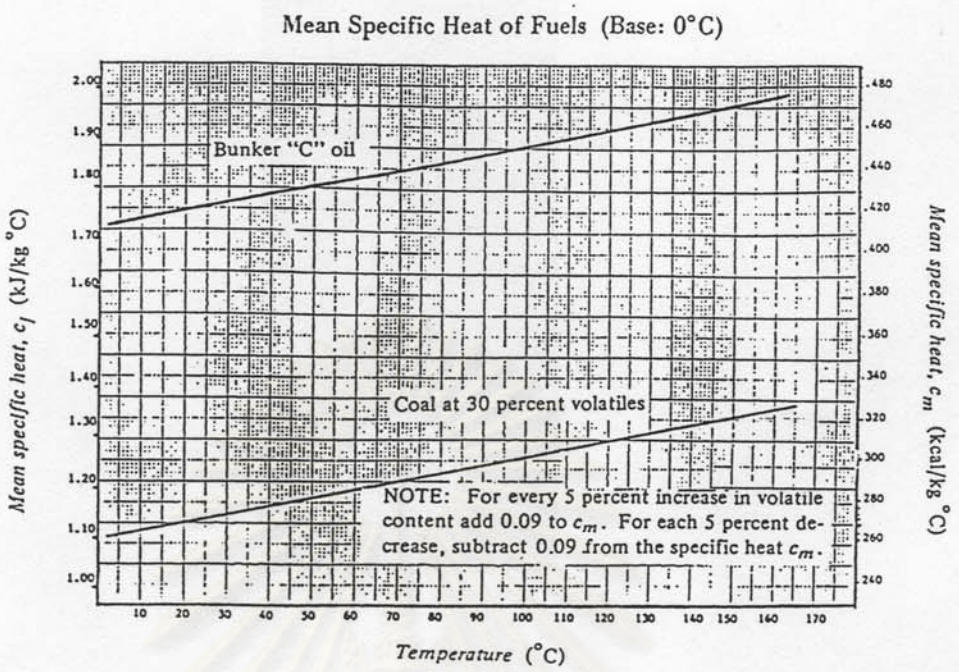
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



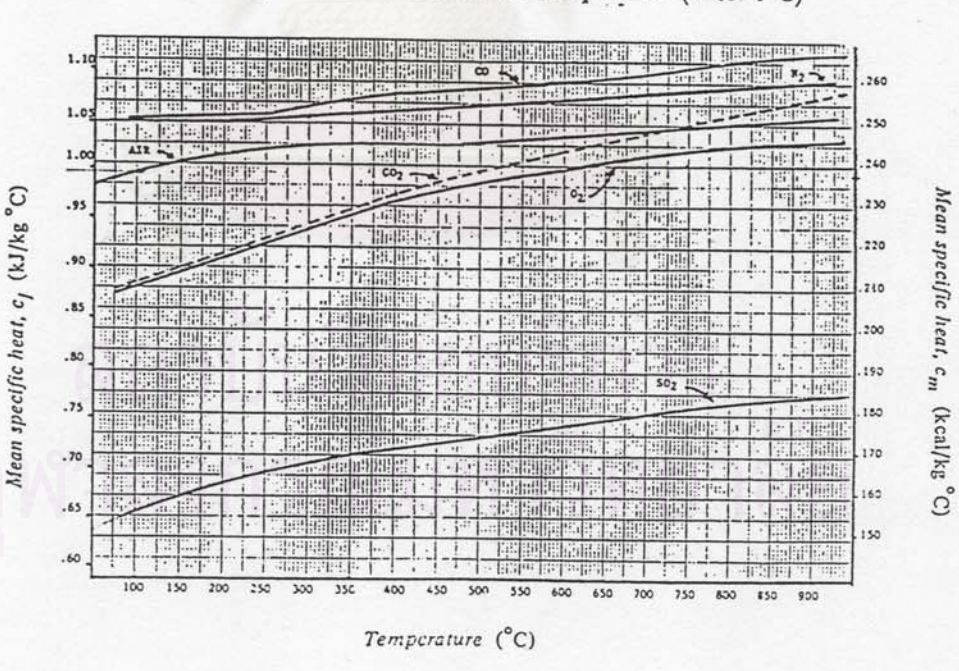
รูปที่ ข-1 กราฟ Mean Specific Heat of Raw Materials



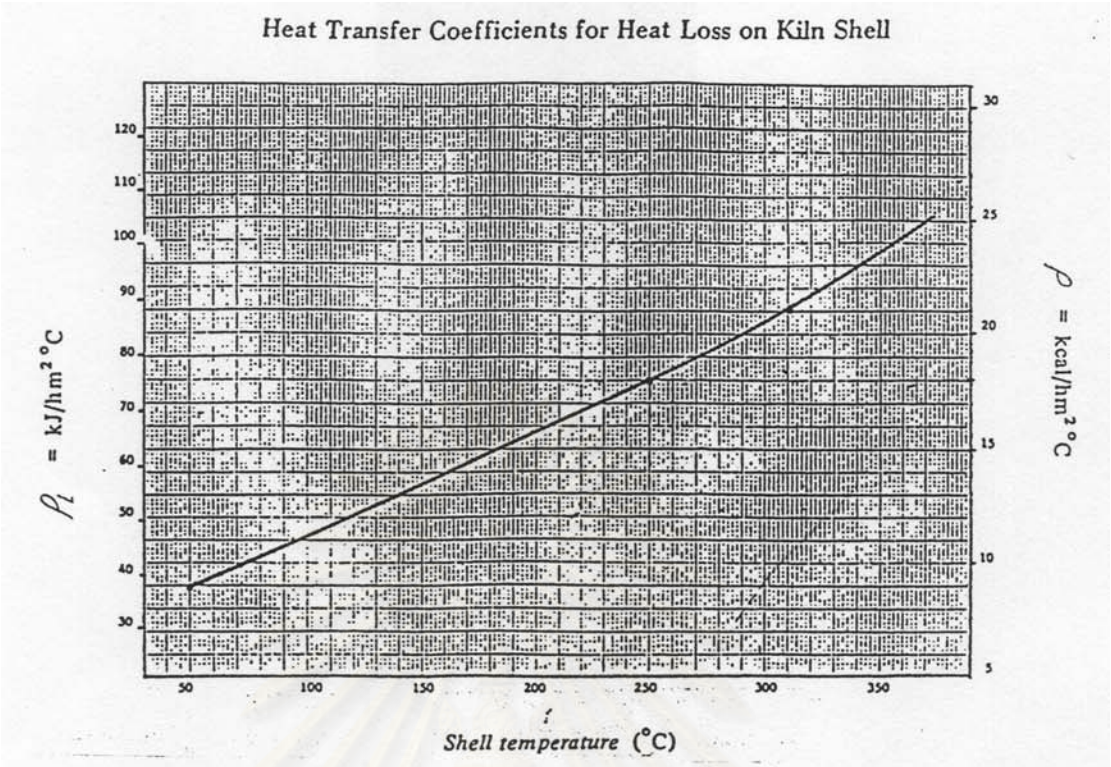
รูปที่ ข-2 กราฟ Mean Specific Heat of Clinker



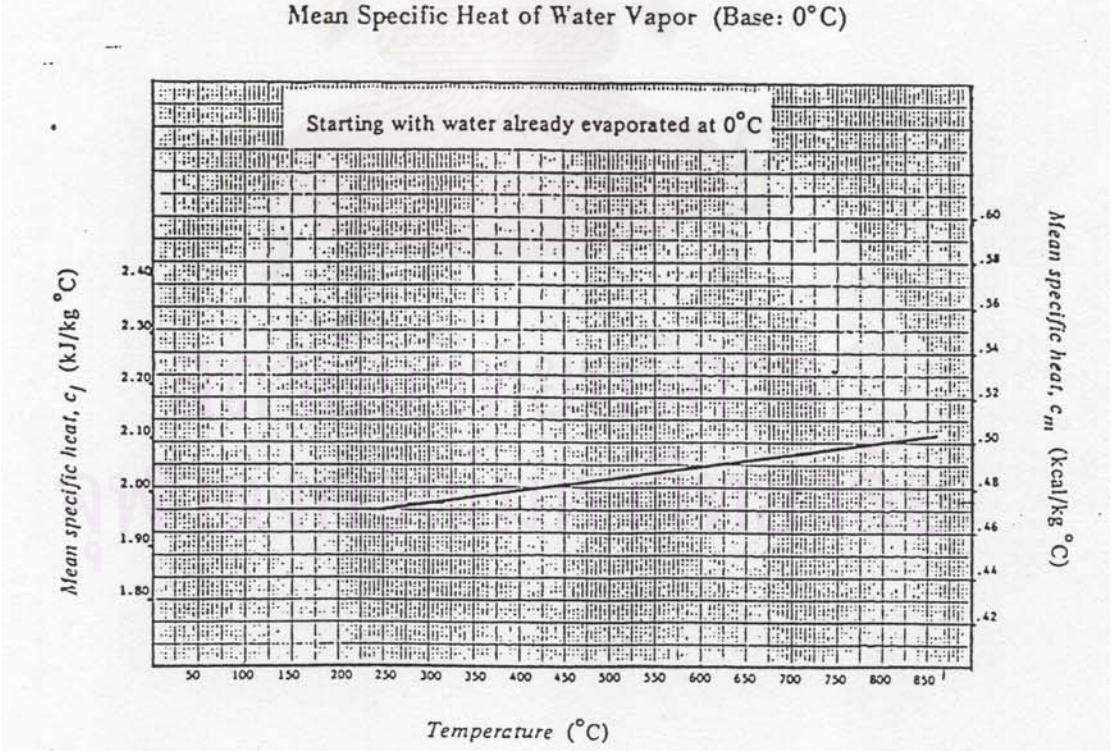
รูปที่ ข-3 กราฟ Mean Specific Heat of Fuels



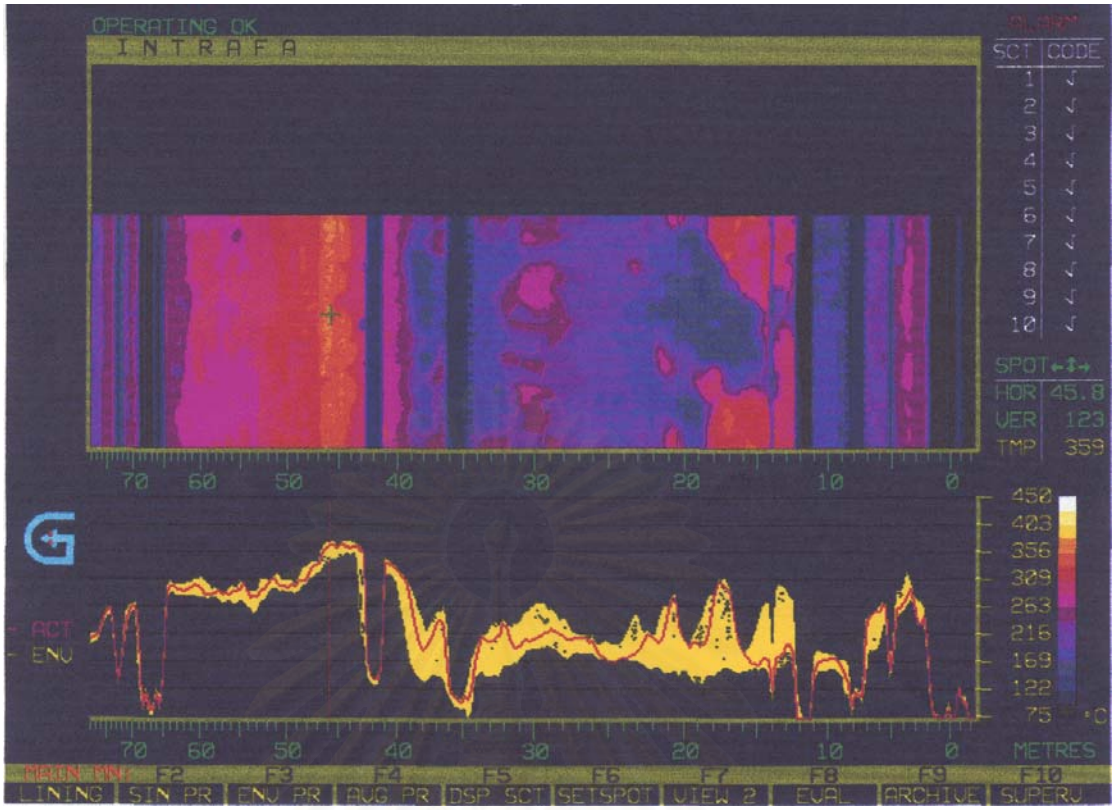
รูปที่ ข-4 กราฟ Mean Specific Heat of Exit Gas Components

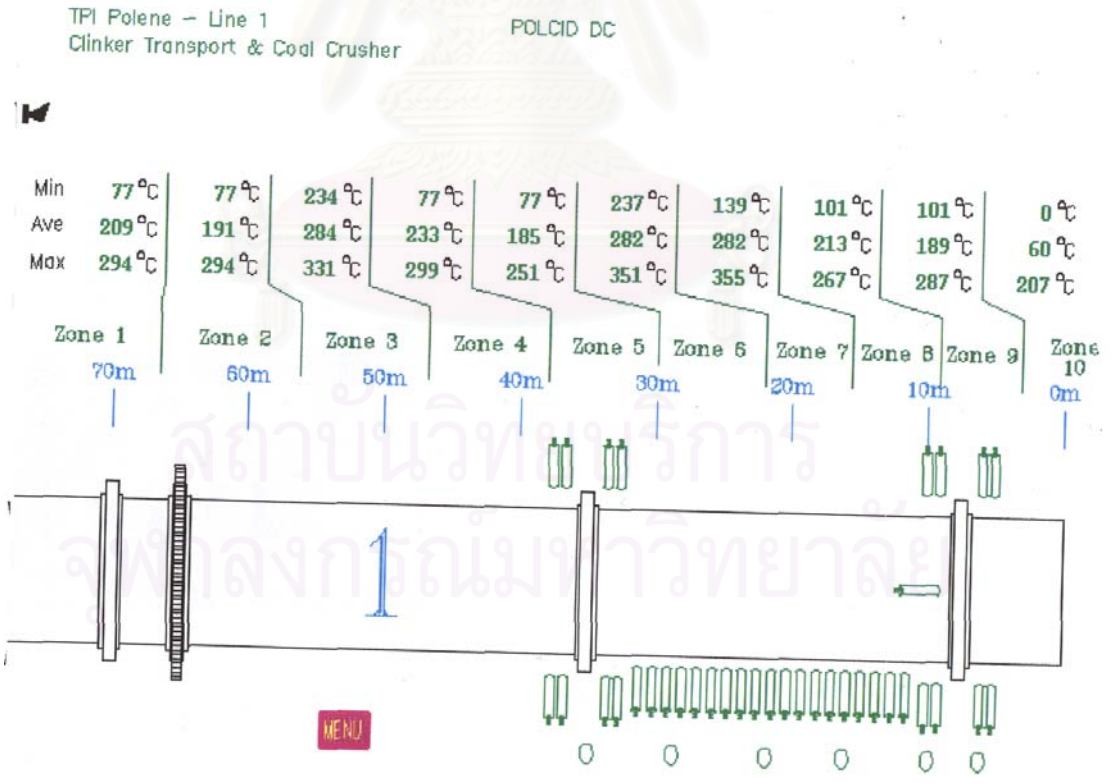


รูปที่ ข-5 กราฟ Heat Transfer Coefficients of Heat Loss on Kiln Shell

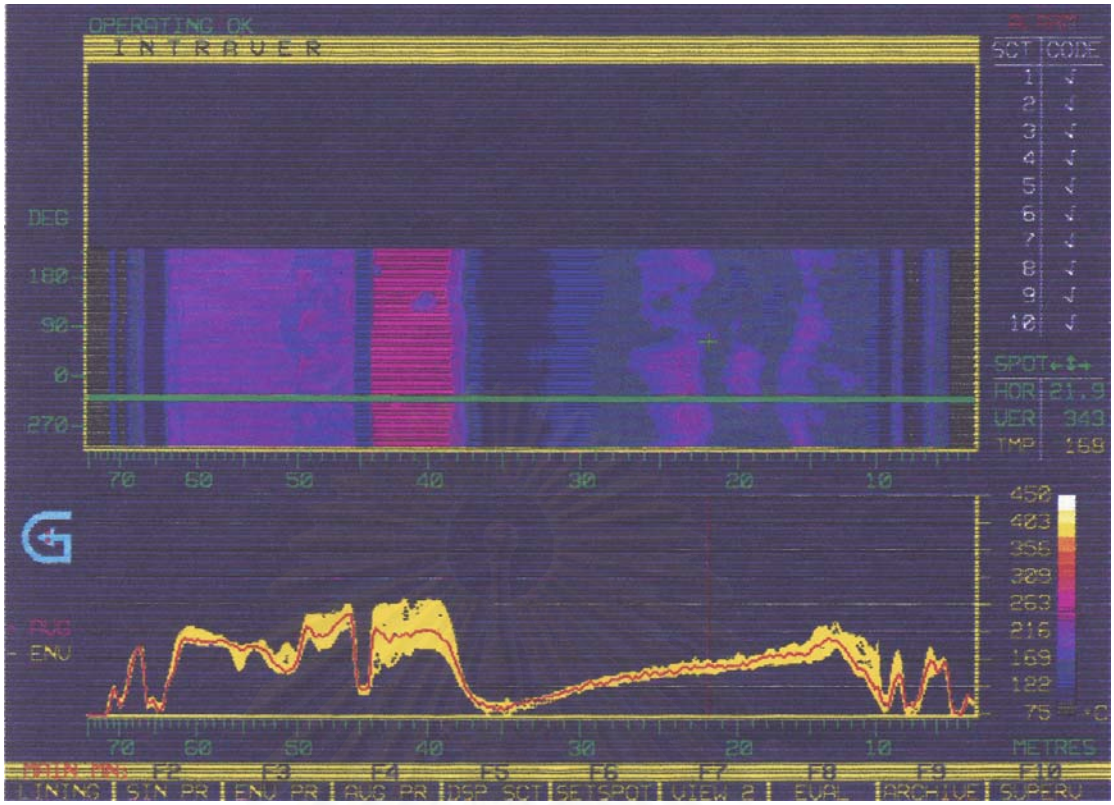


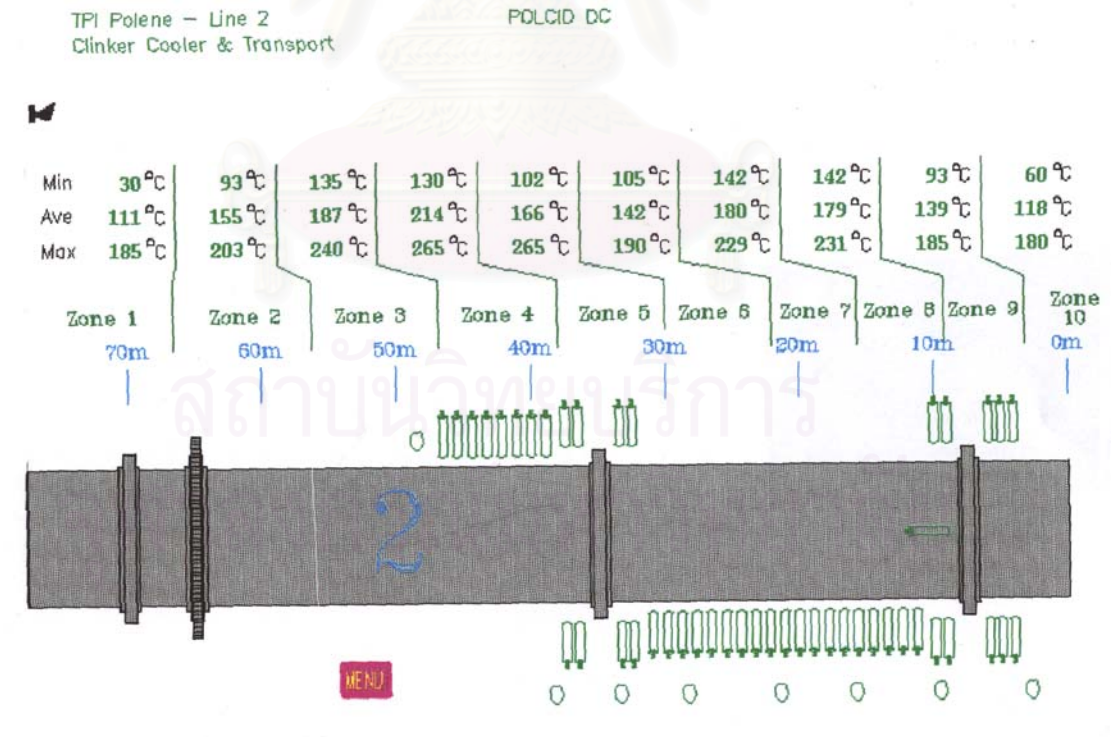
รูปที่ ข-6 กราฟ Mean Specific Heat of Water Vapor



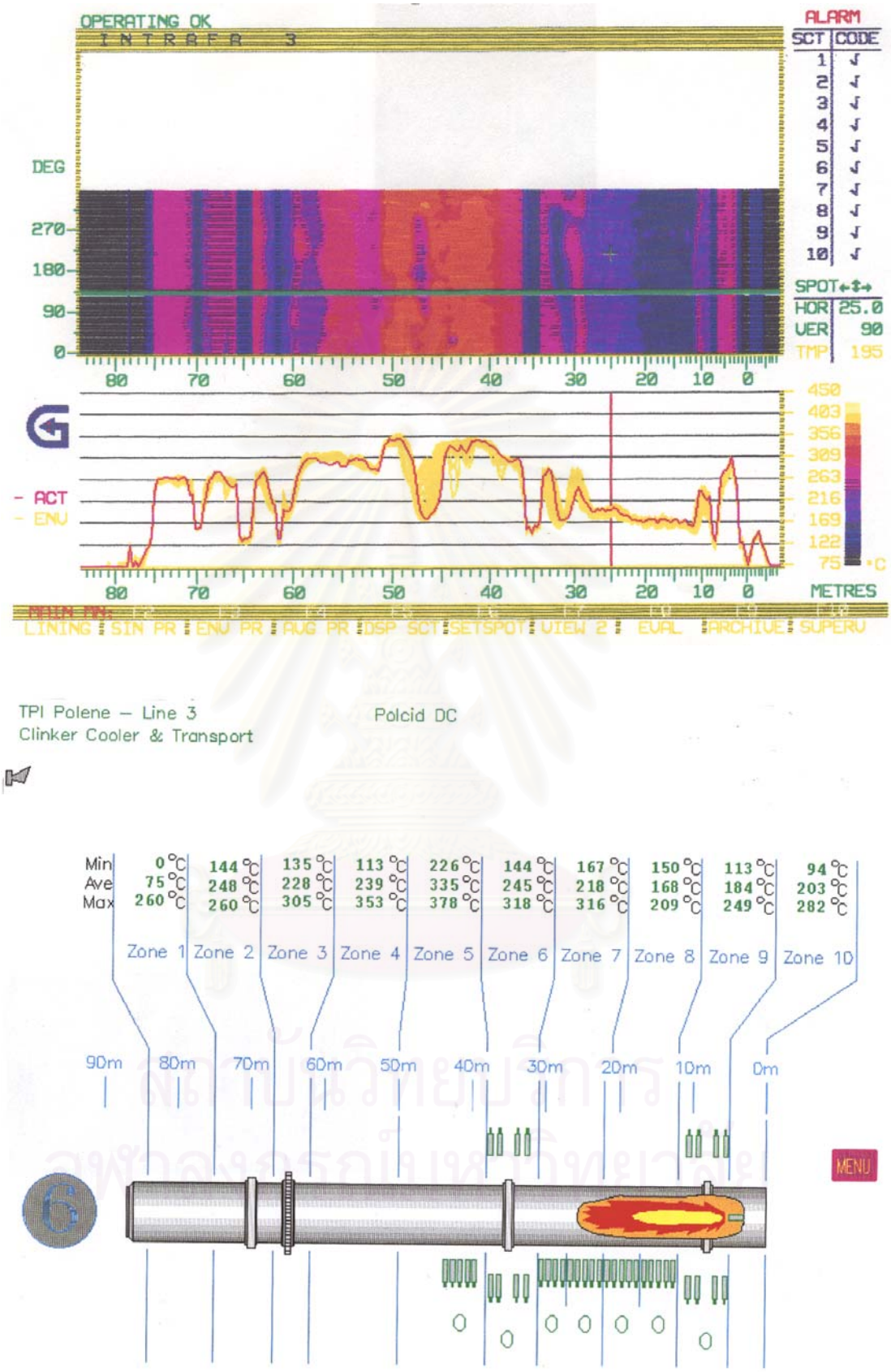


รูปที่ ข-7 กราฟ Radiation Kiln Shell Line 1





รูปที่ ข-8 กราฟ Radiation Kiln Shell Line 2



รูปที่ ข-9 กราฟ Radiation Kiln Shell Line 3

ประเมินความสูญเสียเนื่องจากปริมาณอากาศเข้าสู่ระบบ

Line การผลิตที่ 1

ค่าพลังงานความร้อนของถ่านหิน(Heat Value) = 5,615 Kcal / Kg_{Coal}

ราคาถ่านหิน = 1,050 Baht / Ton coal

Excees air ของ Kiln Line การผลิตที่ 1 = 30.40 Kcal / Kg_{CL}

ในเดือนสิงหาคม 2542 Lineการผลิตที่ 1 ทำการผลิต Clinker ได้ = 230,728 Ton

ราคาพลังงานความร้อนของถ่านหิน (Heat Price) 1 หน่วย = $\frac{1050}{\mathbf{5,615}}$

= 0.000187 Baht / Kcal

ความสูญเสียที่เกิดจาก Excees air = 0.000187 X 30.40 X 230,728 X 1000

ดังนั้นความสูญเสียที่เกิดขึ้นของ Kiln Line การผลิตที่ 1 = 1,311,363 Baht

Line การผลิตที่ 2

ค่าพลังงานความร้อนของถ่านหิน(Heat Value) = 5,635 Kcal / Kg_{Coal}

ราคาถ่านหิน = 1,050 Baht / Ton coal

Excees air ของ Kiln Line การผลิตที่ 2 = 45.98 Kcal / Kg_{CL}

ในเดือนสิงหาคม 2542 Lineการผลิตที่ 2 ทำการผลิต Clinker ได้ = 215,159 Ton

ราคาพลังงานความร้อนของถ่านหิน (Heat Price) 1 หน่วย = $\frac{1050}{\mathbf{5,635}}$

= 0.0001863 Baht / Kcal

ความสูญเสียที่เกิดจาก Excees air = 0.0001863 X 45.98 X 215,159 X 1000

ดังนั้นความสูญเสียที่เกิดขึ้นของ Kiln Line การผลิตที่ 1 = 1,843,418 Baht

Line การผลิตที่ 3

ค่าพลังงานความร้อนของถ่านหิน(Heat Value) = 5,624 Kcal / Kg_{Coal}

ราคาถ่านหิน = 1,050 Baht / Ton coal

Excees air ของ Kiln Line การผลิตที่ 2 = 59.12 Kcal / Kg_{CL}

ในเดือนสิงหาคม 2542 Lineการผลิตที่ 2 ทำการผลิต Clinker ได้ = 177,843 Ton

ราคาพลังงานความร้อนของถ่านหิน (Heat Price) 1 หน่วย = $\frac{1050}{\mathbf{5,624}}$

= 0.0001867 Baht / Kcal

ความสูญเสียที่เกิดจาก Excees air = 0.0001867 X 59.12 X 177,843 X 1000

ดังนั้นความสูญเสียที่เกิดขึ้นของ Kiln Line การผลิตที่ 3 = 1,962,977 Baht

ภาคผนวก ค.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-1 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงานก่อนทำการปรับปรุง

โครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	ผลที่ได้รับ	
	ประสบความสำเร็จ	ไม่ประสบความสำเร็จ
1. โครงการประหยัดไฟแสงสว่างในพื้นที่ทำงาน		
2. โครงการลดการเดินเครื่องจักรตัวเปล่า		
3. โครงการใช้หลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน		
4. โครงการเปลี่ยนขนาดมอเตอร์ให้เหมาะสมกับ Load	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
5. โครงการสำรวจรั่วไหลของระบบปรับอากาศของ Sub Station	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
6. โครงการสำรวจและลดการใช้ Spot light	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
7. โครงการแจ้งความสูญเสียของระบบไฟฟ้า		
8. โครงการรณรงค์ให้ความรู้ด้านพลังงานไฟฟ้า		
โครงการประหยัดพลังงานความร้อน	**ผลที่ได้รับ**	
	ประสบความสำเร็จ	ไม่ประสบความสำเร็จ
1. โครงการนำความร้อนมาทำ Chiller		
2. โครงการตรวจสอบอากาศภายนอกเข้าสู่ระบบ Kiln		
3. โครงการนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่		
4. โครงการรณรงค์แจ้งการรั่วไหลของพลังงานความร้อน	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
5. โครงการศึกษาการนำ Waste Material มาเป็นเชื้อเพลิง	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
โครงการประหยัดพลังงานในพื้นที่	**ผลที่ได้รับ**	
	ประสบความสำเร็จ	ไม่ประสบความสำเร็จ
1. โครงการรณรงค์ประหยัดไฟแสงสว่างในอาคาร		
2. โครงการรณรงค์ทำความสะอาดระบบปรับอากาศและแสงสว่าง		
3. โครงการเปลี่ยนหลอดไฟแสงสว่างเป็นชนิดประสิทธิภาพสูง		
ทดแทนหลอดเก่าที่ชำรุด		
4. โครงการลดความสูญเสียของเครื่องปรับอากาศโดยการควบคุม		
อุณหภูมิห้อง		
5. โครงการรณรงค์ประหยัดน้ำในพื้นที่และอาคาร		
6. โครงการประชาสัมพันธ์การประหยัดพลังงาน		
โครงการประหยัดพลังงานน้ำมัน	**ผลที่ได้รับ**	
	ประสบความสำเร็จ	ไม่ประสบความสำเร็จ
1. โครงการปรับปรุงเส้นทางเดินรถของการเก็บวัตถุดิบให้เหมาะสม	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
2. โครการประหยัดน้ำมันของรถรับ-ส่งพนักงาน ในช่วงเวลาพัก		

ตารางที่ ค-2 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Crusher

ลำดับ	รายละเอียด	ผลการประหยัดพลังงาน (ต่อเดือน)		
		ชนิดพลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)
1	ลดการเดินเครื่องจักร Compound เมื่อใช้ Clinker โดยการตักผ่าน Chute Emergency	ไฟฟ้า	อยู่ในระหว่าง ดำเนินการ	
2	ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานน้ำมันจากการ Transportation รถ 85 ตัน โดย วางแผนการ Run Limestone Line III feed ผ่าน Long belt conveyor ลง Mixing bed II ซึ่งระยะทางจากหน้าเหมืองขนถึง Limestone Crusher Line III จะมีระยะทางการขนส่งใกล้กว่า Limestone Crusher Line II รวมเที่ยวไปและเที่ยวกลับประมาณ 6 Km.	น้ำมัน	68,099.00 ลิตร / เดือน	715,037.00 บาท
3	Coal crusher กรณีมีรถผู้รับเหมาขนส่ง Material เข้าโรงงาน จะให้ดัมพ์ที่ Coal hopper โดยตรง และต่อเนื่องทุกกะ เพื่อลดการ Start-Stop เครื่องจักรและน้ำมันเชื้อเพลิงของรถขนส่ง	น้ำมัน	อยู่ในระหว่าง ดำเนินการ	
4	เปลี่ยนแปลง Sequence การ Start & Stop Long belt Conveyor Limestone Crusher Line III เพื่อลด Idle time การเดิน Belt conveyor	ไฟฟ้า	16,298 Kwhr/เดือน	25,015.00 บาท

ตารางที่ ค-3 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Inhouse

ลำดับ	รายละเอียด	ผลการประหยัดพลังงาน (ต่อเดือน)		
		ชนิดพลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)
1	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างโดยการลดจำนวนหลอดไฟชนิด Fluorescent 36 Watts	ไฟฟ้า	7,496.16 kwh	14,992.32
2	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง โดยการลดจำนวนหลอดในดวงโคมหลอดไฟชนิด Fluorescent 36 watt.	ไฟฟ้า	29,805.84 kwh. / เดือน	44,708.76

ตารางที่ ค-4 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Coal Mill

ลำดับที่	รายละเอียด	ผลการประหยัดพลังงาน (ต่อเดือน)		
		ชนิดพลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)
1	ปรับปรุงวิธีการอุ่นน้ำมันเตาในหม้ออุ่นน้ำมันเตาจากเดิมเคยเดิน Boiler ทุกวันเป็น 1 ครั้งต่อ 2 สัปดาห์	ความร้อน	น้ำมันดีเซล 6,070 ลิตร น้ำมันเตา 40,580 ลิตร	56,147 162,320
2	การใช้ Pet Coke ผสมกับถ่านหินที่อัตราส่วน 90 : 10 ทำให้หม้อบดถ่านสามารถประหยัดไฟฟ้า	ไฟฟ้า	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
3	ใช้เชื้อเพลิงที่มีราคาถูก หรือ เป็น By product แทน - โดยการนำน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานที่ต้องถ่ายทิ้งกลับผสมในน้ำมันเตาแทนการกำจัดทิ้ง สามารถประหยัดน้ำมันเตาได้เฉลี่ยประมาณ 2400 ลิตร / เดือน - โดยการลงทุนติดตั้งปั๊ม และอุปกรณ์การ Load น้ำมันเพิ่มเติม	น้ำมันเตา	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
4	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง โดยการเปลี่ยนแปลงเวลาการ ปิด เปิด ตามกลุ่มพื้นที่ใช้งานใน Coal mill	ไฟฟ้า	4,272 Kwh	7,260.00
5	การใช้เชื้อเพลิงราคาถูก LCO (Light cycle oil) มาแทนน้ำมันดีเซลที่ CO_2 plant	ความร้อน	15,750 ลิตร	15,750.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-5 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Kiln

ลำดับ	รายละเอียด	ผลการประหยัดพลังงาน (ต่อเดือน)		
		ชนิดพลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)
1	ปรับปรุงประสิทธิภาพของ Clinker Cooler Line 3 เพื่อลดผลกระทบจากการเกิด Overheating และเพื่อเพิ่มประมาณผลผลิต โดยการควบคุมปริมาณ Cooling air ที่ป้อนเข้าสู่ระบบให้ได้ประมาณ 700,000 ลบ.ม./ชม. ที่ Feed ประมาณ 570 ตัน/ชม.	ไฟฟ้า ความร้อน	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
2	ปรับปรุง Air sealing ของ Kiln Plant Line 1 เพื่อป้องกัน Fault air รั่วไหลเข้าสู่ระบบ โดยการตรวจสอบและเปลี่ยนประเก็นเชือกตามหน้าแปลนต่าง ๆ	ความร้อน	6,008.18 (million kcal)	863,330
3	ปรับปรุง Air sealing ของ Kiln Plant Line 2 เพื่อป้องกัน Fault air รั่วไหลเข้าสู่ระบบ โดยการตรวจสอบและเปลี่ยนประเก็นเชือกตามหน้าแปลนต่าง ๆ	ความร้อน	6,943.44 (million kcal)	997,815
4	ปรับปรุง Air sealing ของ Kiln Plant Line 3 เพื่อป้องกัน Fault air รั่วไหลเข้าสู่ระบบ โดยการตรวจสอบและเปลี่ยนประเก็นเชือกตามหน้าแปลนต่าง ๆ	ความร้อน	2,301.76 (million kcal)	330,745
5	เปลี่ยนแปลงการทำงานของ Clinker cooler EP. fresh air fan (1L1M349, 1L1M350) ที่ Kiln Plant Line 1	ไฟฟ้า	25,920 kWh	38,527.49
6	เปลี่ยนแปลงการทำงานของ Clinker cooler EP. fresh air fan (2L1M349, 2L1M350) ที่ Kiln Plant Line 2	ไฟฟ้า	25,920 kWh	38,527.49
7	เปลี่ยนแปลงการทำงานของ Clinker cooler EP. fresh air fan (3L1M349, 3L1M350) ที่ Kiln Plant Line 3	ไฟฟ้า	25,920 kWh	38,527.49
8	ลดการเดินเครื่องจักรตัวเปล่าในกรณีที่มีการ Shutdown kiln	ไฟฟ้า	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
9	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง โดยการควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟแสงสว่าง Kiln Plant ทั้ง 3 Line	ไฟฟ้า	18,891 kWh	32,110

ตารางที่ ค-6 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Cement

ลำดับที่	รายละเอียด	ผลการประหยัดพลังงาน (ต่อเดือน)		
		ชนิดพลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)
1	เปลี่ยนความเร็วของสายพานลำเลียง Clinker ที่ Cement mill	ไฟฟ้า	11,500 Kwh	19,580
2	เปลี่ยนชุดลำเลียงฝุ่นปูนใน Bag filter ของ SEPOL จากแบบ Rotary air lock เป็นแบบ Double flap เพื่อลดพลังงานไฟฟ้า	ไฟฟ้า	1,060 Kwh	1,800
3	ประหยัดพลังงานไฟแสงสว่าง โดยการปิด-เปิด หลอดไฟแสงสว่างตามความเหมาะสมของพื้นที่งาน	ไฟฟ้า	4,923 Kwh	8,300
4	ลดพัดลมดูดอากาศในห้อง Comp house II จากเดิม 18 ตัว เหลือ 12 ตัว และจัดตารางการเป่าฝุ่นกรองอา ให้มีความถี่ 1 ครั้ง / สัปดาห์ เพื่อรักษาความดันอากาศภายในห้อง Comp ให้เป็นบวกตลอดเวลา	ไฟฟ้า	17,280 Kwh	29,376
5	เพิ่มมุมเอียงของ Vibration feeder ของชุดหัว Load clinker line 3 เพื่อเพิ่ม Capacity ในการจ่ายปูน จากเดิม 240 t/h เป็น 280 t/h	ไฟฟ้า	500 Kwh	1,000
6	- แก้ไขและขยาย Chute ของระบบลำเลียง Gypsum / Limestone จาก Compound Crusher ไปยังถัง Bin ป้องกันการอุดตันภายในระบบ - ติดตั้งอุปกรณ์ Level max บริเวณ chute Gypsum / Limestone และ Clinker เพื่อป้องกัน Material ล้นออกจากระบบลำเลียงเมื่อมี Clinker , Limestone ก้อนใหญ่มาอุดตัน - ทำการแก้ไข program ให้ เปอร์เซ็นต์ในถัง Bin clinker ทุกถัง เมื่อแสดงค่า 90% ให้หยุด การทำงานของ belt M158 , M 160 เพื่อป้องกัน Clinker บนยถัง bin	ไฟฟ้า	อยู่ในระหว่าง ดำเนินการ	

ตารางที่ ค-7 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Raw mill

ลำดับที่	รายละเอียด	ผลการประหยัดพลังงาน (ต่อเดือน)		
		ชนิดพลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)
1	ปรับสภาวะการเดิน Raw mill 7 เพื่อลดปริมาณกำลังไฟฟ้า	ไฟฟ้า	70,000 Kwh	104,048.00
2	ลดค่าพลังงานไฟฟ้าของ EP fan Raw mill 5	ไฟฟ้า	อยู่ในระหว่าง ดำเนินการ	
3	ประหยัดพลังงานไฟแสงสว่างบริเวณอาคาร Z-12 และ Z-10 ของ Raw mill plant line 1 2 และ 3 โดยการเปลี่ยนแปลงเวลาในการ เปิด-ปิด ตามกลุ่มพื้นที่ใช้งาน	ไฟฟ้า	4,717 Kwh	8,019

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-8 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Packing

ลำดับ	รายละเอียด	ผลการประหยัดพลังงาน (ต่อเดือน)		
		ชนิดพลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)
1	ยกเลิกการเดินชุด Bag Cutter ในการ operate ชุด Roto Packer ที่ Packing plant III	ไฟฟ้า	8,763.80 kwhr. / เดือน	13,145.70
2	ลดเวลาการเดิน Cleaning fan ในการ Operate Roto Packer ที่ Packing Plant I	ไฟฟ้า	44,330.73 kwhr / เดือน	66,496.10
3	เจาะช่องผนังเพื่อให้แสงสว่างเข้าภายในอาคาร ลดการใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า เจาะช่องให้แสงสว่างเข้า 1 m^2 จะลดหลอดไฟฟ้าประมาณ 6 หลอด (36 watt)	ไฟฟ้า	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
4	เปลี่ยนเปอร์เซนต์ Level control ของ Central bin ใน Silo 1-6 จาก 90% เป็น 80 - 100%	ไฟฟ้า	18,735 kwh. / เดือน	28,102.50
5	ปรับลดกระแสไฟฟ้า (Amp) ของชุดมอเตอร์ Bag filter ของเครื่อง Roto packer จากเดิม 35-36 Amp เหลือ 33.34 Amp Roto packer line 1-9 0.6 kw / ine = 5.4 kw.	ไฟฟ้า	อยู่ในระหว่างดำเนินการ	
6	Cooling fan ของ Compressor Room ที่ Packing plant III มีทั้งหมด 8 ตัว	ไฟฟ้า	16,268.80 kwh. / เดือน	24,403.20

ตารางที่ ค-9 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Utility

ลำดับ	รายละเอียด	ผลการประหยัดพลังงาน (ต่อเดือน)		
		ชนิดพลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)
1	สร้างบ่อน้ำ Recycle เพื่อนำน้ำเสียจากการชำระล้างมาใช้ใหม่	น้ำ	3,385.94	40,631.28
2	ลดปริมาณหลอดไฟในดวงโคม และติดตั้งสวิทช์เปิด - ปิด ประจำโคมไฟฟ้าเปิดเมื่อเลิกใช้	ไฟฟ้า	16.704 kwh	24.387 บาท / เดือน

ตารางที่ ค-10 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงาน Dry Motra

ลำดับ	รายละเอียด	ผลการประหยัดพลังงาน (ต่อเดือน)		
		ชนิดพลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)
1	ออกแบบขบวนการผลิตโดยนำเอาเศษวัตถุดิบที่เหลือทิ้งจากขบวนการผลิตอื่นมา Recycle เพื่อใช้งาน โดยการนำหินฝุ่นที่เป็น Waste Material จากเครื่องย่อยหินก่อสร้าง (Aggregate crusher) ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับโรงปูนซีเมนต์สำเร็จรูป Dry mortar plant ซึ่งเป็นหินฝุ่นที่ขนาด 3/16" - 0" บางส่วนนำมาคัดแยกสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบได้ทันที บางส่วนนำมาบดให้มีขนาดย่อยลงไปอีกทำให้สามารถ Recycle วัตถุดิบ ถือเป็นการ Precrushing มาก่อนเข้าขบวนการ Grinding ได้นำหินฝุ่นดังกล่าวมาใช้งาน 8,665 ตัน / เดือน สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าเพราะหินฝุ่นดังกล่าวผ่านการใช้พลังงาน 3 kwh / ตันไปแล้ว	ไฟฟ้า	25,995 kwh.	37,952.70
2	จัดพื้นที่เก็บกองหินฝุ่น และจัดทำหลังคาคลุมกองหินฝุ่นที่ใช้เป็น Raw material ไว้	น้ำมัน	35,516.75 ลิตร	230,148.54
3	ตัด Heater Code 1.06.7, 1.06.8.1 และ 1.06.8.2 ในขณะเดินเครื่องจักร	ไฟฟ้า	อยู่ในระหว่าง ดำเนินการ	
4	By pass หิน Silo 1.17 โดยยกเลิกการใช้ Rotary Feeder 2.07.1 ซึ่งใช้กำลังไฟฟ้า 7.5 KW. ในขณะเดินเครื่องจักร	ไฟฟ้า	อยู่ในระหว่าง ดำเนินการ	
5	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง โดยการลดจำนวนหลอดไฟในดวงโคมหรือลดจำนวนดวงโคม	ไฟฟ้า	3,028.80 kwh / เดือน	4,422.05
6	เปลี่ยนแปลงการใช้ลม Compression Air ทำ Air Areation ตามท่อส่ง Material ต่าง ๆ เป็นการใช้ราง Fluied Slide แทน	ไฟฟ้า	-	-

ลำดับ	รายละเอียด	ผลการประหยัดพลังงาน (ต่อเดือน)		
		ชนิดพลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)
7	เปลี่ยนแปลงการใช้น้ำมันที่ Burner ของ Sand Dryer M/C มาใช้น้ำมันที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน เต่ราคาประหยัดกว่า	น้ำมัน	อยู่ในระหว่าง ดำเนินการ	
8	ปรับเปลี่ยนสูตรการผลิตปูนซีเมนต์ Dry Mortar จากการใช้ Cement Type 1 มาเป็น Mixed Cement ซึ่งใช้หินฝุ่นเป็นส่วนผสมน้อยลง ทำให้ลดชั่วโมงการเดินเครื่องจักรเพื่อเตรียมหินฝุ่นลงได้	ไฟฟ้า น้ำมัน	อยู่ในระหว่าง ดำเนินการ	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-11 ผลการดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ลำดับที่	รายละเอียด	ระยะเวลาดำเนินการ		เงินลงทุน (บาท)	ผลการประหยัดพลังงาน (ต่อเดือน)			
		เริ่ม (เดือน/พ.ศ.)	แล้วเสร็จ (เดือน/พ.ศ.)		ชนิดพลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)	
1	ควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศที่อาคาร SUBSTATION ก่อนปรับปรุง ได้มีการเปิดเครื่องปรับอากาศให้พร้อมทำงานทั้งหมด โดยจะมีตัวปรับตั้งอุณหภูมิ (THERMOSTATE) เป็นตัวควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศตามอุณหภูมิตั้งไว้ หลังปรับปรุง ได้ทำการลดการทำงานเครื่องปรับอากาศลงจากเดิม โดยจัดทำตารางควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศประจำเดือน โดยให้พนักงานไฟฟ้ากะ เป็นผู้ควบคุมการเปิด-ปิด โดยแยกลักษณะการควบคุมได้ดังนี้ - เครื่องปรับอากาศมิ 4 เครื่อง ทำการเปิด 3 เครื่อง ปิด 1 เครื่อง ที่ Z61/3 EP. RAW MILL SUBSTATION Z65/2 COOLER SUBSTATION - เครื่องปรับอากาศมิ 4 เครื่อง ทำการเปิด 2 เครื่อง ปิด 2 เครื่อง ที่ Z65/3 COOLER SUBSTATION - เครื่องปรับอากาศมิ 5 เครื่อง ทำการเปิด 2 เครื่อง ปิด 3 เครื่อง ที่ Z60/2 RAW MILL SUBSTATION	ม.ค. 2542	ปัจจุบัน	-	ไฟฟ้า	59,501	94,297	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ความคุ้มในการลงทุนของโครงการ

โครงการประหยัดพลังงานหน่วยงาน Raw mill

โครงการที่ 1 โครงการลดค่าพลังงานไฟฟ้าของ Raw mill fan 5

การลงทุน ดำเนินการตัดต่อท่อ Hot gas เพื่อปรับปรุงระบบการผ่านของลมร้อน การรื้อถอนและติดตั้งใหม่จะใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ดังนี้

1) Transportation cost	=	232,000	บาท
2) Machine cost	=	21,450	บาท
3) Material and spare part cost	=	343,300	บาท
4) Man power	=	92,300	บาท
Total cost	=	689,050	บาท

อัตราผลตอบแทน (อัตราดอกเบี้ย Interest rest) DF = 12 %

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติกำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการตรวจเช็คและแก้ไข = 5,200 บาท / ปี

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 137,280 บาท / ปี

ดังนั้น ทำการประเมินโครงการ

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	689,050	5,200	137,280	132,780
2		5,200	137,280	132,780
3		5,200	137,280	132,780
4		5,200	137,280	132,780
5		5,200	137,280	132,780
6		5,200	137,280	132,780
7		5,200	137,280	132,780
รวม	689,050	36,400	960,960	931,460

ระยะเวลาในการคืนทุน = 689,050 = 5 ปี 3 เดือน
132,780

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของ ผลตอบแทน – PV ของ ค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการ	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	689,050	5,200	694,250	0.893	619,965	137,280	0.893	122,591
2	-	5,200	5,200	0.797	4,144	137,280	0.797	109,412
3	-	5,200	5,200	0.712	3,702	137,280	0.712	97,743
4	-	5,200	5,200	0.636	3,307	137,280	0.636	87,310
5	-	5,200	5,200	0.567	2,948	137,280	0.567	77,838
6	-	5,200	5,200	0.507	2,636	137,280	0.507	69,601
7	-	5,200	5,200	0.452	2,350	137,280	0.452	62,051
รวม	689,050	36,400	528,700	-	639,054	960,960	-	626,546

NPV = 626,546 – 639,054 = -12,509

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

B/C = PV ของ ผลตอบแทน
PV ของ ค่าใช้จ่าย

B/C = 626,546 = 0.98
639,054

4. อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ IRR (Internal Rate of Return)

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ PV ของ ผลตอบแทน = PV ของ ค่าใช้จ่าย

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ 0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่าย	ประมาณการ	ผลตอบแทน	DF	PV	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	รวม (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	สุทธิ (บาท)	10%	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	689,050	5,200	694,250	137,280	-556,970	0.909	-506,286	0.893	-497,374
2	-	5,200	5,200	137,280	132,080	0.826	109,098	0.797	105,268
3	-	5,200	5,200	137,280	132,080	0.751	99,192	0.712	94,041
4	-	5,200	5,200	137,280	132,080	0.683	90,211	0.636	84,003
5	-	5,200	5,200	137,280	132,080	0.621	82,022	0.567	74,889
6	-	5,200	5,200	137,280	132,080	0.564	74,493	0.507	66,965
7	-	5,200	5,200	137,280	132,080	0.513	67,757	0.452	59,700
รวม	689,050	36,400	725,450	960,960	235,510	-	16,487	-	-12,509

หา IRR โดยวิธี Interpolation

$$IRR = 10 + (12-10) \times \frac{16487}{16487-(-12509)} = 11.14$$

สรุปผลการประเมินโครงการ

ระยะเวลาในการคืนทุน = 5 ปี 3 เดือน

NPV = -12,509

B/C = 0.98

IRR = 11.14

ค่า NPV มีค่าติดลบ ค่า B/C มีค่าน้อยกว่า 1 และค่า IRR น้อยกว่าอัตราส่วนลด(เป้าหมายที่ต้องการ) ดังนั้นโครงการนี้จึงไม่คุ้มกับการลงทุน

โครงการที่ 2 โครงการปรับสภาวะการเดิน Raw mill 7 เพื่อลดปริมาณกำลังไฟฟ้า

การลงทุนในการดำเนินงานจะเป็นการปรับเปลี่ยนสภาวะการสเปรย์น้ำภายใน mill การลงทุนที่ทำการปรับปรุงจะเป็นการเปลี่ยนท่อปิดหัวสเปรย์น้ำจากรูเจาะขนาด 8 mm มาเป็นขนาด 10 mm จำนวน 7 หัว ราคาหัวสเปรย์น้ำต่อ 1 หัวเท่ากับ 40 บาท ดังนั้นค่าหัวสเปรย์น้ำทั้งหมดเท่ากับ 280 บาท ใช้แรงงานภายนอกในการดำเนินการจำนวน 2 คน ทำการแก้ไขประมาณ 6 ชั่วโมง ค่าแรงที่ใช้ในการดำเนินงานเท่ากับ 160 บาท / คน ดังนั้นค่าแรงทั้งหมดเท่ากับ 320 บาท ดังนั้นรวมค่าใช้จ่ายในลงทุนดำเนินการทั้งหมดเท่ากับ 600 บาท

ผลที่ได้รับสามารถควบคุมสภาวะการเดินเครื่องจักรได้ดีขึ้นลดกำลังไฟฟ้าของ Motor main drive ลงได้ประมาณ 70,000 Kwh / เดือน ซึ่งจะทำให้สามารถประหยัดค่าไฟ

ฟ้าได้ประมาณ 104,048 บาท / เดือน จะเห็นได้ว่าผลประโยชน์ที่ได้รับมีค่ามากกว่าการลงทุนมาก และจะคุ้มทุนในระยะเวลาเพียง 1 เดือนดังนั้นโครงการนี้จึงคุ้มค่ากับการลงทุนในการดำเนินการ

โครงการที่ 3 โครงการประหยัดแสงสว่างบริเวณอาคารภายในหน่วยงาน Raw mill

การลงทุน ไม่มีการลงทุน

ผลที่ได้รับสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 4,717 Kwh / เดือน ค่าไฟฟ้าในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์อยู่ที่ประมาณ 1.7 บาท / Kwh ดังนั้นคิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ 8,019 บาท / เดือน จะเห็นได้ว่าผลประโยชน์ที่ได้รับมีค่ามากกว่าการลงทุนมาก ดังนั้นจึงคุ้มค่ากับการลงทุนในการดำเนินการ

โครงการประหยัดพลังงานหน่วยงาน Coal mill

โครงการที่ 1 โครงการปรับปรุงวิธีการอุ่นน้ำมันเตา

การลงทุน ไม่มีการลงทุนเนื่องจากเป็นการปรับปรุงวิธีการทำงาน

ผลที่ได้รับ การปรับปรุงวิธีการอุ่นน้ำมันเตาจากเดิมเคยเดิน Boiler ทุกวันเป็น 1 ครั้ง ต่อเวลา 2 สัปดาห์ ทำให้สามารถลดปริมาณน้ำมันดีเซลได้ประมาณ 6,070 ลิตร/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ประมาณ 56,147 บาท/เดือน และโครงการดังกล่าวสามารถลดปริมาณน้ำมัน-เตาได้ประมาณ 40580 ลิตร/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ประมาณ 162,320 บาท/เดือน และน้ำมันเตาสามารถใช้งานได้เป็นปกติไม่เกิดการแข็งตัวอุดตันภายในท่อส่ง-จ่าย

โครงการที่ 2 โครงการนำวัสดุเชื้อเพลิงที่ใช้งานแล้วมาเป็นเชื้อเพลิง

การลงทุน 1. สร้างจุด Load เชื้อเพลิงใช้งานแล้ว

Machine cost	=	7,570	บาท
Material cost	=	14,570	บาท
Man power	=	4,480	บาท
Total cost	=	26,620	บาท

2. สร้างจุดจ่ายเชื้อเพลิงเข้าเตาเผา

Transportation cost	=	12,375	บาท
Machine cost	=	12,563	บาท
Material cost	=	31,822	บาท

Man power = 8,210 บาท

Total cost = 64,970 บาท

ดังนั้นรวม Total cost ทั้งหมด = 91,590 บาท

อัตราผลตอบแทน (อัตราดอกเบี้ย Interest rest) DF = 12 %

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติกำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 48,00 บาท / ปี

(โดยเริ่มทำการบำรุงรักษาในปีต่อมา)

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าน้ำมันเตาได้ = 34,000 บาท / ปี

ดังนั้น ทำการประเมินโครงการ

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	91,590		34,000	34,000
2		4,800	34,000	29,200
3		4,800	34,000	29,200
4		4,800	34,000	29,200
5		4,800	34,000	29,200
6		4,800	34,000	29,200
7		4,800	34,000	29,200
รวม	91,590	28,800	238,000	209,200

ระยะเวลาในการคืนทุน = $34{,}000 + \frac{57{,}590}{29{,}200}$ = 3 ปี

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของ ผลตอบแทน – PV ของ ค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการ	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	91,590	-	91,590	0.893	81,790	34,000	0.893	30,362
2	-	4,800	4,800	0.797	3,826	29,200	0.797	23,272
3	-	4,800	4,800	0.712	3,418	29,200	0.712	20,790
4	-	4,800	4,800	0.636	3,053	29,200	0.636	18,571
5	-	4,800	4,800	0.567	2,722	29,200	0.567	16,556
6	-	4,800	4,800	0.507	2,434	29,200	0.507	14,804
7	-	4,800	4,800	0.452	2,170	29,200	0.452	13,198
รวม	91,590	28,800	120,390	-	99,411	209,200	-	137,555

NPV = 137,555 – 99,411 = 38,145

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

$$B/C = \frac{\text{PV ของ ผลตอบแทน}}{\text{PV ของ ค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{137,555}{99,411} = 1.38$$

4. อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ IRR (Internal Rate of Return)

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ PV ของ ผลตอบแทน = PV ของ ค่าใช้จ่าย

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ 0

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่าย	ประมาณการ	ผลตอบแทน	DF	PV	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	รวม (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	สุทธิ (บาท)	10%	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	91,590	-	91,590	34,000	-57,590	0.741	-42,674	0.714	-41,119
2	-	4,800	4,800	29,200	24,400	0.549	13,396	0.510	12,444
3	-	4,800	4,800	29,200	24,400	0.406	9,906	0.364	8,882
4	-	4,800	4,800	29,200	24,400	0.301	7,344	0.260	6,344
5	-	4,800	4,800	29,200	24,400	0.223	5,441	0.186	4,538
6	-	4,800	4,800	29,200	24,400	0.165	4,026	0.133	3,245
7	-	4,800	4,800	29,200	24,400	0.122	2,977	0.095	2,318
รวม	91,590	28,800	120,390	209,200	88,810		416	-	-3,348

หา IRR โดยวิธี Interpolation

$$IRR = 35 + (40-35) \times \frac{416}{416-(-3,348)} = 35.55$$

สรุปผลการประเมินโครงการ

ระยะเวลาในการคืนทุน = 3 ปี

NPV = 38,145

B/C = 1.38

IRR = 35.55

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่ามากกว่า 1 และค่า IRR มากกว่าอัตราอัตราผลตอบแทน(เป้าหมายที่ต้องการ) ดังนั้นโครงการนี้คุ้มค่ากับการลงทุน

โครงการที่ 3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง โดยการเปลี่ยนแปลงเวลาเปิด-ปิดตามกลุ่มพื้นที่ใช้งาน

การลงทุน ไม่มีการลงทุนเนื่องจากใช้การปรับเปลี่ยนระบบเปิด-ปิดระบบแสงสว่างตามแต่ละพื้นที่ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ผลแทนที่ได้รับ จากการปรับปรุงดังกล่าวสามารถช่วยประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 4272 Kwh คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ประมาณ 7260 บาท / เดือน

โครงการที่ 4 การใช้เชื้อเพลิง LCO (Light Cycle oil) มาแทนน้ำมันดีเซล

การลงทุน ทำการล้าง Tank เก็บน้ำมันดีเซลทั้งหมดเพื่อทำการเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิง LCO ใช้ Man power 4 คน เป็นเวลา 3 วัน เป็นค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1,920 บาท ค่าวัสดุอุปกรณ์เท่ากับ 2,000 บาท รวมการลงทุนทั้งสิ้น 3,920 บาท

ผลตอบแทนที่ได้รับ จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายจากพลังงานความร้อนได้ประมาณ 15,750 บาท / เดือน ดังนั้นโครงการดังกล่าวจะคุ้มทุนได้ในเวลาที่รวดเร็วเพียง 1 เดือน จึงคุ้มค่ากับการลงทุน

โครงการที่ 5 การใช้ Petroleum Coke ผสมใช้กับถ่านหิน

โครงการนี้ยังอยู่ในระหว่างทำการศึกษาลักษณะการใช้งานของ Petroleum Coke กับถ่านหิน ยังมิได้ดำเนินการใช้งาน

โครงการประหยัดพลังงานแผนก Kiln

โครงการที่ 1 การปรับปรุงประสิทธิภาพของ Clinker Cooler line3

โครงการนี้ยังอยู่ในระหว่างทำการศึกษาและประเมินความเป็นไปได้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร ยังมิได้ดำเนินการ

โครงการที่ 2 การปรับปรุง Air sealing ของ Kiln plant line 1 2 และ 3 เพื่อป้องกัน Fault air เข้าสู่ระบบ

การลงทุน โครงการนี้จะเป็นการสำรวจหน้าแปลนต่าง ๆ ของ Kiln Plant ทั้ง 3 line โดยการตรวจสอบและเปลี่ยนประเก็นเชือกที่จุดต่าง ๆ การลงทุนจะเป็นดำเนินการให้ช่างเทคนิคจำนวน 6 คน (line ละ 2 คน) ดำเนินการตรวจสอบและเปลี่ยนเป็นเวลา 10 วัน และประเก็นเชือกขนาดต่าง ๆ กันคิดเป็นการลงทุนทั้งหมด 35,000 บาท / line (ค่าแรงงาน 18,000 บาท และค่าวัสดุอุปกรณ์ 17,000 บาท)ดังนั้นรวมเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมดเท่ากับ 105,000 บาท

ผลตอบแทน จากการปรับปรุงตรวจสอบและเปลี่ยนประเก็นเชือกที่จุดต่าง ๆ จะทำให้ Kiln plant line การผลิตที่ 1 ประหยัดพลังงานความร้อนได้ 863,330 บาท / เดือน ในส่วนของ Kiln plant line การผลิตที่ 2 ประหยัดพลังงานความร้อนได้ 997,815 บาท / เดือน และ

Kiln plant line การผลิตที่ 3 ประหยัดพลังงานความร้อนได้ 330,745 บาท / เดือน ดังนั้น โครงการดังกล่าวจะคุ้มทุนได้ในเวลาที่รวดเร็วเพียง 1 เดือน จึงคุ้มค่ากับการลงทุน

โครงการที่ 3 การเปลี่ยนแปลงการทำงานของ Clinker cooler fresh air fan Kiln plant line 1 2 และ 3 เพื่อลดค่าไฟฟ้า

การลงทุน การปรับปรุงดังกล่าวเป็นการปรับเปลี่ยนระบบการทำงานของ fresh air fan ในการเดินและหยุดเครื่องจักร โครงการนี้ไม่มีการลงทุน

ผลการดำเนินงาน สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ Kiln plant line 1 2 และ 3 ได้ประมาณ 38,525 บาท / เดือน / line

โครงการที่ 4 ลดการเดินเครื่องจักรตัวเปล่าในกรณีที่มีการ Shut down

โครงการนี้ไม่มีการลงทุนเนื่องจากเป็นการหยุดเครื่องจักรในกรณีที่เดินเครื่องจักรในสภาวะที่ไม่มีภาระงาน (Load) เช่นการ Shut down เป็นต้น และโครงการนี้ยังอยู่ในระหว่างดำเนินการศึกษาและทดลองหยุดเครื่องจักร

โครงการที่ 5 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง โดยการควบคุมการเปิด-ปิดตามบริเวณพื้นที่งาน

การลงทุน ไม่มีการลงทุนเนื่องจากใช้การปรับเปลี่ยนระบบเปิด-ปิดระบบแสงสว่างตามแต่ละพื้นที่ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ผลแทนที่ได้รับ จากการปรับปรุงดังกล่าวสามารถช่วยประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 18,890 Kwh คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ประมาณ 32,110 บาท / เดือน

โครงการประหยัดพลังงานแผนก Cement

โครงการที่ 1 การเปลี่ยนความเร็วสายพานลำเลียง Clinker

การลงทุน โครงการนี้จะเป็นการเปลี่ยนความเร็วสายพานลำเลียง Clinker โดยการเปลี่ยนชุด Gear box และ Motor โดยมีการลงทุนดังนี้

1) Transportation cost (Crane)	=	230,000	บาท
2) Machine cost	=	20,500	บาท

3) Material cost (Motor and Gear box) = 589,500 บาท

4) Man power = 38,000 บาท

Total cost = 878,000 บาท

อัตราผลตอบแทน (อัตราดอกเบี้ย Interest rest) DF = 12 %

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติกำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 5,000 บาท / ปี

(โดยเริ่มทำการบำรุงรักษาในปีต่อมา)

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 234,960 บาท / ปี

ดังนั้น ทำการประเมินโครงการ

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	878,000		234,960	234,960
2	-	5,000	234,960	229,960
3	-	5,000	234,960	229,960
4	-	5,000	234,960	229,960
5	-	5,000	234,960	229,960
6	-	5,000	234,960	229,960
7	-	5,000	234,960	229,960
รวม	878,000	30,000	1,644,720	1,614,720

ระยะเวลาในการคืนทุน = $234{,}960 + \frac{643{,}040}{229{,}960}$ = 3 ปี 10 เดือน

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของ ผลตอบแทน – PV ของ ค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการ	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	878,000	-	878,000	0.893	784,054	234,960	0.893	209,819
2	-	5,000	5,000	0.797	3,985	229,960	0.797	183,278
3	-	5,000	5,000	0.712	3,560	229,960	0.712	163,732
4	-	5,000	5,000	0.636	3,180	229,960	0.636	146,255
5	-	5,000	5,000	0.567	2,835	229,960	0.567	130,387
6	-	5,000	5,000	0.507	2,535	229,960	0.507	116,590
7	-	5,000	5,000	0.452	2,260	229,960	0.452	103,942
รวม	878,000	30,000	908,000	-	802,409	1,614,720	-	1,054,002

NPV = 1,054,002 – 802,409 = 251,593

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

$$B/C = \frac{\text{PV ของ ผลตอบแทน}}{\text{PV ของ ค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{1,054,002}{802,409} = 1.31$$

4. อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ IRR (Internal Rate of Return)

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ PV ของ ผลตอบแทน = PV ของ ค่าใช้จ่าย

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ 0

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่าย	ประมาณการ	ผลตอบแทน	DF	PV	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	รวม (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	สุทธิ (บาท)	10%	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	878,000	-	878,000	234,960	-643,040	0.794	-510,574	0.781	-502,214
2	-	5,000	5,000	229,960	224,960	0.630	141,725	0.610	137,226
3	-	5,000	5,000	229,960	224,960	0.500	112,480	0.477	107,306
4	-	5,000	5,000	229,960	224,960	0.397	89,309	0.373	83,910
5	-	5,000	5,000	229,960	224,960	0.315	70,862	0.291	65,463
6	-	5,000	5,000	229,960	224,960	0.250	56,240	0.227	51,066
7	-	5,000	5,000	229,960	224,960	0.198	44,542	0.178	40,043
รวม	878,000	30,000	908,000	1,614,720	706,720		4,585	-	-17,200

หา IRR โดยวิธี Interpolation

$$IRR = 26 + (28-26) \times \frac{4,585}{4,585-(-17,200)} = 26.42$$

สรุปผลการประเมินโครงการ

ระยะเวลาในการคืนทุน = 3 ปี 10 เดือน

NPV = 251,593

B/C = 1.31

IRR = 26.42

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่ามากกว่า 1 และค่า IRR มากกว่าอัตราผลตอบแทน(เป้าหมายที่ต้องการ) ดังนั้นโครงการนี้คุ้มค่ากับการลงทุน

โครงการที่ 2 การเปลี่ยนชุดลำเลียงฝุ่นปูนจาก Rotary air lock เป็น Double flap valve

การลงทุน ลงทุนในการ Fabrication Double flap valve และติดตั้งที่สถานีงาน จะใช้ทรัพยากรดังนี้

1) Man power	=	8,400	บาท
3) Material cost (flap valve and housing)	=	44,500	บาท
4) Machine cost	=	15,700	บาท
Total cost	=	68,600	บาท

อัตราผลตอบแทน (อัตราดอกเบี้ย Interest rest) DF = 12 %

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติกำหนดค่า Discount rate ของประเทศไทยไว้ที่ 12%)

โครงการนี้จะใช้งานได้เป็นเวลา = 7 ปี

(ตามหลักของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจะกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 7 ปี)

ค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษา = 2,200 บาท / ปี

(โดยเริ่มทำการบำรุงรักษาในปีต่อมา)

ผลตอบแทนที่ได้รับจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ = 21,700 บาท / ปี

ดังนั้น ทำการประเมินโครงการ

1. ระยะคืนทุน (Payback Period)

ปี	ค่าลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)	ประมาณการผลตอบแทน (บาท)	ผลตอบแทนจากโครงการ (บาท)
1	68,600	-	21,700	21,700
2	-	2,200	21,700	19,500
3	-	2,200	21,700	19,500
4	-	2,200	21,700	19,500
5	-	2,200	21,700	19,500
6	-	2,200	21,700	19,500
7	-	2,200	21,700	19,500
รวม	68,600	13,200	151,900	138,700

ระยะเวลาในการคืนทุน = $21{,}700 + \frac{46{,}900}{19{,}500}$ = 3 ปี 5 เดือน

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value หรือ NPV)

NPV = PV ของ ผลตอบแทน – PV ของ ค่าใช้จ่าย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่ายรวม	DF	PV	ประมาณการ	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	(บาท)	12%	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	68,600		68,600	0.893	61,260	21,700	0.893	19,378
2	-	2,200	2,200	0.797	1,753	19,500	0.797	15,542
3	-	2,200	2,200	0.712	1,566	19,500	0.712	13,884
4	-	2,200	2,200	0.636	1,399	19,500	0.636	12,402
5	-	2,200	2,200	0.567	1,247	19,500	0.567	11,057
6	-	2,200	2,200	0.507	1,115	19,500	0.507	9,887
7	-	2,200	2,200	0.452	994	19,500	0.452	8,814
รวม	68,600	13,200	81,800	-	69,336	138,700	-	90,963

NPV = 90,963 – 69,336 = 21,627

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

$$B/C = \frac{\text{PV ของ ผลตอบแทน}}{\text{PV ของ ค่าใช้จ่าย}}$$

$$B/C = \frac{90,963}{69,336} = 1.31$$

4. อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ IRR (Internal Rate of Return)

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ PV ของ ผลตอบแทน = PV ของ ค่าใช้จ่าย

IRR = อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ 0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปี	ค่าใช้จ่าย		ค่าใช้จ่าย	ประมาณการ	ผลตอบแทน	DF	PV	DF	PV
	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	รวม (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	สุทธิ (บาท)	10%	ผลตอบแทน (บาท)	12%	ผลตอบแทน (บาท)
1	68,600	-	68,600	21,700	-46,900	0.769	-36,066	0.741	-34,753
2	-	2,200	2,200	21,700	19,500	0.592	11,544	0.549	10,706
3	-	2,200	2,200	21,700	19,500	0.455	8,873	0.406	7,917
4	-	2,200	2,200	21,700	19,500	0.350	6,825	0.301	5,870
5	-	2,200	2,200	21,700	19,500	0.296	5,772	0.223	4,349
6	-	2,200	2,200	21,700	19,500	0.207	4,037	0.165	3,218
7	-	2,200	2,200	21,700	19,500	0.159	3,101	0.122	2,379
รวม	68,600	13,200	81,800	151,900	70,100		4,084	-	-316

หา IRR โดยวิธี Interpolation

$$IRR = 30 + (35-30) \times \frac{4,080}{4,080-(-316)} = 34.64$$

สรุปผลการประเมินโครงการ

ระยะเวลาในการคืนทุน = 3 ปี 5 เดือน

NPV = 21,627

B/C = 1.31

IRR = 34.64

ค่า NPV มีค่าเป็นบวก ค่า B/C มีค่ามากกว่า 1 และค่า IRR มากกว่าอัตราอัตราผลตอบแทน(เป้าหมายที่ต้องการ) ดังนั้นโครงการนี้คุ้มค่ากับการลงทุน

โครงการที่ 3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง โดยการเปลี่ยนแปลงเวลาในการเปิด-ปิด และจัดกลุ่มตามพื้นที่งาน

การลงทุน ไม่มีการลงทุนเนื่องจากใช้การปรับเปลี่ยนระบบเปิด-ปิดระบบแสงสว่างตามแต่ละพื้นที่ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ผลแทนที่ได้รับ จากการปรับปรุงดังกล่าวสามารถช่วยประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 4,900 Kwh คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ประมาณ 8,300 บาท / เดือน

โครงการที่ 4 ลดพัดลมดูดอากาศในห้อง Compressor houseจากเดิม 18 ตัว เหลือ 12 ตัว

การลงทุน ไม่มีการลงทุนเนื่องจากเป็นการปรับปรุงในระบบการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

ผลที่ได้รับ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 17,280 คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ประมาณ 29,376 บาท / เดือน

โครงการที่ 5 เพิ่มมุมเอียง Vibration feeder ของชุดหัว Load clinker

การลงทุน การเพิ่มมุมเอียงของชุด Vibration feeder จะเป็นการปรับระดับความชันโดยมี Screw สำหรับทำการปรับติดตั้งไว้อยู่แล้ว ดังนั้นโครงการนี้จึงไม่มีการลงทุน

ผลที่ได้รับ จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 500 Kwh คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ประมาณ 1,000 บาท / เดือน

โครงการที่ 6 แบ่งออกเป็น 3 โครงการย่อย ดังนี้

(1) โครงการแก้ไขขยายระบบ Chute ลำเลียง Gypsum

การลงทุน และผลที่ได้รับ โครงการนี้อยู่ในระหว่างดำเนินการยังไม่สามารถหาค่าใช่จ่ายต้นทุนได้

(2) โครงการติดตั้งอุปกรณ์ Level max ที่บริเวณปาก Chute

การลงทุน ค่าอุปกรณ์ประมาณ 60,000 ค่า Man Power ประมาณ 1,020 บาท

ผลที่ได้รับ โครงการนี้ยังอยู่ในระหว่างทำการศึกษาและจะดำเนินการในช่วงเวลา Shut down

(3) การแก้ไข Program ใน Bin clinker

การลงทุน ไม่มีการลงทุนเนื่องจากเป็นการปรับปรุงวิธีการทำงาน

สรุปผลการวิเคราะห์ความคุ้มในการลงทุนของโครงการ

ผลการประเมินความคุ้มในการลงทุนของโครงการของ 4 หน่วยงานหลักในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์สามารถสรุปได้ดังตารางที่ ค-12 ต่อไปนี้

ตารางที่ ค-12 สรุปผลการประเมินความคุ้มในการลงทุนของโครงการของ 4 หน่วยงานหลัก

หน่วยงาน	โครงการจัดการพลังงาน	Payback Period	NPV	B/C	IRR	ความคุ้มในการลงทุน
Raw mill	โครงการที่ 1	5 ปี 3 เดือน	-12,509	0.9	11.14	ไม่คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 2	คุ้มค่าอย่างรวดเร็ว	-	8	-	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 3	ไม่มีการลงทุน	-	-	-	คุ้มค่าในการลงทุน
				-		
Coal mill	โครงการที่ 1	ไม่มีการลงทุน	-	-	-	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 2	3 ปี	38,145	1.3	35.55	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 3	ไม่มีการลงทุน	-	8	-	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 4	คุ้มค่าอย่างรวดเร็ว	-	-	-	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 5	-	-	-	-	อยู่ในระหว่างศึกษา
				-		
Kiln	โครงการที่ 1	-	-	-	-	อยู่ในระหว่างศึกษา
	โครงการที่ 2	คุ้มค่าอย่างรวดเร็ว	-	-	-	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 3	ไม่มีการลงทุน	-	-	-	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 4	ไม่มีการลงทุน	-	-	-	อยู่ในระหว่างศึกษา
	โครงการที่ 5	ไม่มีการลงทุน	-	-	-	คุ้มค่าในการลงทุน
Cement mill	โครงการที่ 1	3 ปี 10 เดือน	251,59	1.3	26.42	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 2	3 ปี 5 เดือน	3	1	36.64	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 3	ไม่มีการลงทุน	261,62	1.3	-	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 4	ไม่มีการลงทุน	7	1	-	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 5	ไม่มีการลงทุน	-	-	-	คุ้มค่าในการลงทุน
	โครงการที่ 6	คุ้มค่าอย่างรวดเร็ว	-	-	-	คุ้มค่าในการลงทุน
			-	-		
			-	-		

นโยบายบริหารการจัดการพลังงาน	หน้าที่ 1/1 REV. A

นโยบาย

บริษัทฯ มีนโยบายในการดำเนินการประหยัดพลังงาน เพื่อให้เกิดความมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน อันเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่าย เพื่อให้มีต้นทุนต่ำที่สุดและเพื่อเพิ่มศักยภาพ ในการลดต้นทุนการผลิต และเป็นการลดความสูญเสียด้านพลังงาน ให้พนักงานทุกระดับมีจิตสำนึกด้านการใช้พลังงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ค-1 นโยบายการจัดการพลังงานที่เสนอพิจารณา แบบลักษณะนามธรรม

นโยบายบริหารการจัดการพลังงาน	หน้าที่ 1/1 REV. A

นโยบาย

บริษัทฯ มีนโยบายในการใช้พลังงานสำหรับขบวนการผลิตปูนซีเมนต์ เพื่อให้เกิดความสำเร็จตามเป้าหมาย

1. โดยจะทำการบริหารการใช้พลังงานและลดการสูญเสียพลังงาน
2. เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน
3. มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานอย่างเต็มที่
4. เพื่อให้พนักงานของบริษัทฯ ในทุกระดับให้มีสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน
5. เพื่อเพิ่มประสิทธภาพการใช้พลังงานของโรงงานให้สู่ความเป็นผู้นำด้านการอนุรักษ์พลังงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ค-2 นโยบายการจัดการพลังงานที่เสนอพิจารณา แบบลักษณะเฉพาะ

นโยบายบริหารการจัดการพลังงาน	หน้าที่ 1/1 REV. A

นโยบาย

บริษัทฯ มีนโยบายในการใช้พลังงานสำหรับขบวนการผลิตปูนซีเมนต์ เพื่อให้เกิดความมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมุ่งที่จะบริหารการใช้พลังงานและลดการสูญเสียหรือสิ้นเปลืองพลังงาน เพื่อบริหารค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน เพื่อให้มีต้นทุนต่ำที่สุดอันเป็นการเพิ่มศักยภาพในการลดต้นทุนการผลิต และพัฒนาบุคคลากรของบริษัทฯ ในทุกระดับให้มีสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน

รูปที่ ค-3 นโยบายการจัดการพลังงานที่เสนอพิจารณา แบบลักษณะสัมพันธ์

การพิจาณาโครงร่างนโยบายการบริหารพลังงาน

ในการพิจารณาประเมินโครงร่างนโยบายการบริหารพลังงานผู้พิจารณาคือ ประธาน รองประธาน และคณะกรรมการจัดการพลังงานโรงงาน จำนวน 15 ท่าน ได้ทำการพิจารณาคัดเลือกโครงร่างนโยบายการบริหารพลังงานที่ได้ทำการนำเสนอโครงร่างนโยบายทั้ง 3 โครงร่าง เข้ารับการพิจารณาคัดเลือก โดยการคัดเลือกพิจารณาให้คะแนนตามข้อกำหนดหลักเกณฑ์ที่ได้กำหนดขึ้น จำนวน 10 หัวข้อ จากการพิจารณาคัดเลือกได้ข้อมูลในการลงคะแนนพิจารณาคัดเลือกดังนี้

โครงร่างนโยบายแบบที่ 1 แบบลักษณะนามธรรม

ผลการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายแบบที่ 1 ในแต่ละหัวข้อของหลักเกณฑ์ในการประเมินสามารถทำการจำแนกได้ดังตารางที่ ค-13 ต่อไปนี้

ตารางที่ ค-13 ผลในการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายแบบที่ 1

หลักเกณฑ์ในการประเมินโครงร่างนโยบาย	ผู้ให้คะแนนเท่ากับ 1 (คน)	ผู้ให้คะแนนเท่ากับ 2 (คน)	ผู้ให้คะแนนเท่ากับ 3 (คน)	คิดเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งหมด (คะแนน)
1. ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้	7	5	3	26
2. สามารถสื่อสารเข้าใจได้ง่าย	11	3	1	20
3. สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	6	5	4	28
4. มีแนวทางในการปฏิบัติ	7	4	4	27
5. มีเป้าหมายที่ชัดเจน	8	4	3	25
6. การใช้คำที่กระชับไม่ซ้ำซ้อน	6	6	3	27
7. ผลกระทบที่ดีที่จะเกิดกับองค์กร	9	2	4	25
8. มีความมุ่งหมายไปสู่ความสำเร็จ	6	6	3	27
9. สร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน	10	2	3	23
10. สร้างภาพพจน์ที่ดีให้กับองค์กร	6	4	5	29
ผลรวมคะแนนที่ได้รับ (คะแนน)	77	82	99	257

หมายเหตุ : คะแนนที่ได้รับ = จำนวนคน X คะแนนที่ให้

โครงร่างนโยบายแบบที่ 2 แบบลักษณะเฉพาะ

ผลการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายแบบที่ 2 ในแต่ละหัวข้อของหลักเกณฑ์ในการประเมินสามารถทำการจำแนกได้ดังตารางที่ ค-14 ต่อไปนี้

ตารางที่ ค-14 ผลในการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายแบบที่ 2

หลักเกณฑ์ในการประเมินโครงร่างนโยบาย	ผู้ให้คะแนนเท่ากับ 1 (คน)	ผู้ให้คะแนนเท่ากับ 2 (คน)	ผู้ให้คะแนนเท่ากับ 3 (คน)	คิดเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งหมด (คะแนน)
1. ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้	5	5	5	30
2. สามารถสื่อสารเข้าใจได้ง่าย	1	6	8	37
3. สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	3	6	6	33
4. มีแนวทางในการปฏิบัติ	6	4	5	29
5. มีเป้าหมายที่ชัดเจน	3	5	7	34
6. การใช้คำที่กระชับไม่ซ้ำซ้อน	7	6	2	25
7. ผลกระทบที่ดีที่จะเกิดกับองค์กร	3	7	5	32
8. มีความมุ่งหมายไปสู่ความสำเร็จ	3	8	4	31
9. สร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน	4	5	6	32
10. สร้างภาพพจน์ที่ดีให้กับองค์กร	9	4	2	23
ผลรวมคะแนนที่ได้รับ (คะแนน)	44	112	150	306

หมายเหตุ : คะแนนที่ได้รับ = จำนวนคน X คะแนนที่ให้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงร่างนโยบายแบบที่ 3 แบบลักษณะสัมพันธ์

ผลการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายแบบที่ 3 ในแต่ละหัวข้อของหลักเกณฑ์ในการประเมินสามารถทำการจำแนกได้ดังตารางที่ ค-15 ต่อไปนี้

ตารางที่ ค-15 ผลในการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายแบบที่ 3

หลักเกณฑ์ในการประเมินโครงร่างนโยบาย	ผู้ให้คะแนนเท่ากับ 1 (คน)	ผู้ให้คะแนนเท่ากับ 2 (คน)	ผู้ให้คะแนนเท่ากับ 3 (คน)	คิดเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งหมด (คะแนน)
1. ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้	3	5	7	34
2. สามารถสื่อสารเข้าใจได้ง่าย	3	6	6	33
3. สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	6	4	5	29
4. มีแนวทางในการปฏิบัติ	2	7	6	34
5. มีเป้าหมายที่ชัดเจน	4	6	5	31
6. การใช้คำที่กระชับไม่ซ้ำซ้อน	2	3	10	38
7. ผลกระทบที่ดีที่จะเกิดกับองค์กร	3	6	6	33
8. มีความมุ่งหมายไปสู่ความสำเร็จ	6	1	8	32
9. สร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน	1	8	6	35
10. สร้างภาพพจน์ที่ดีให้กับองค์กร	0	7	8	38
ผลรวมคะแนนที่ได้รับ (คะแนน)	30	106	201	337

หมายเหตุ : คะแนนที่ได้รับ = จำนวนคน X คะแนนที่ให้

สรุปผลการพิจารณาคัดเลือกโครงร่างนโยบาย

จากการพิจารณาคัดเลือกโครงร่างนโยบายทั้ง 3 โครงร่าง โดยมีข้อกำหนดหลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกจำนวน 10 ข้อนั้นได้ผลคะแนนในการคัดเลือกดังตารางที่ ค-16 ต่อไปนี้

ตารางที่ ค-16 สรุปผลในการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายทั้ง 3 โครงร่าง

หลักเกณฑ์ในการประเมินโครงร่างนโยบาย	โครงร่างนโยบายที่ 1 (คะแนน)	โครงร่างนโยบายที่ 2 (คะแนน)	โครงร่างนโยบายที่ 3 (คะแนน)
1. ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้	26	30	34
2. สามารถสื่อสารเข้าใจได้ง่าย	20	37	33
3. สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	28	33	29

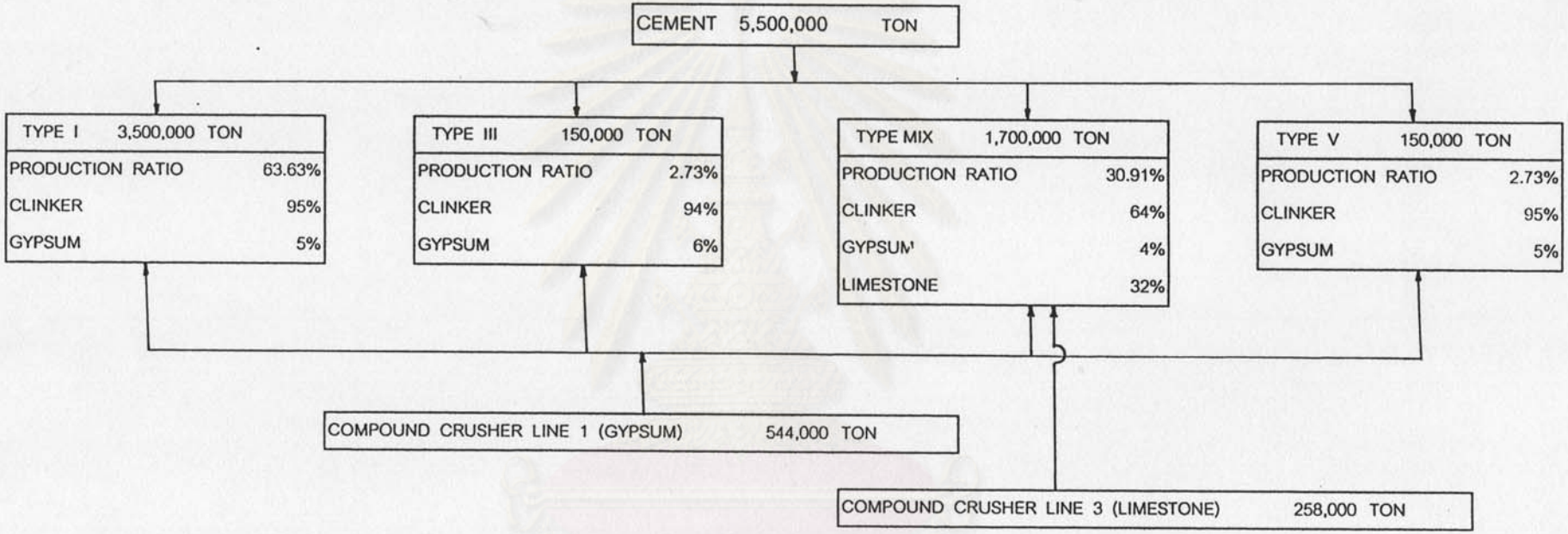
ตารางที่ ค-16 สรุปผลในการพิจารณาให้คะแนนโครงร่างนโยบายทั้ง 3 โครงร่าง (ต่อ)

หลักเกณฑ์ในการประเมินโครงร่างนโยบาย	โครงร่างนโยบายที่ 1 (คะแนน)	โครงร่างนโยบายที่ 2 (คะแนน)	โครงร่างนโยบายที่ 3 (คะแนน)
4. มีแนวทางในการปฏิบัติ	27	29	34
5. มีเป้าหมายที่ชัดเจน	25	34	31
6. การใช้คำที่กระชับไม่ซ้ำซ้อน	27	25	38
7. ผลกระทบที่ดีที่จะเกิดกับองค์กร	25	32	33
8. มีความมุ่งหมายไปสู่ความสำเร็จ	27	31	32
9. สร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน	23	32	35
10. สร้างภาพพจน์ที่ดีให้กับองค์กร	29	23	38
ผลรวมคะแนนที่ได้รับ (คะแนน)	257	306	357

ผลการพิจารณาให้คะแนนเพื่อทำการคัดเลือกโครงร่างนโยบายการบริหารพลังงานได้โครงร่างที่จะนำเสนอพิจารณาอนุมัติคือ โครงร่างนโยบายที่ 3 แนวนโยบายแบบสัมพันธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการผลิตปูนซีเมนต์ประจำปี 2543

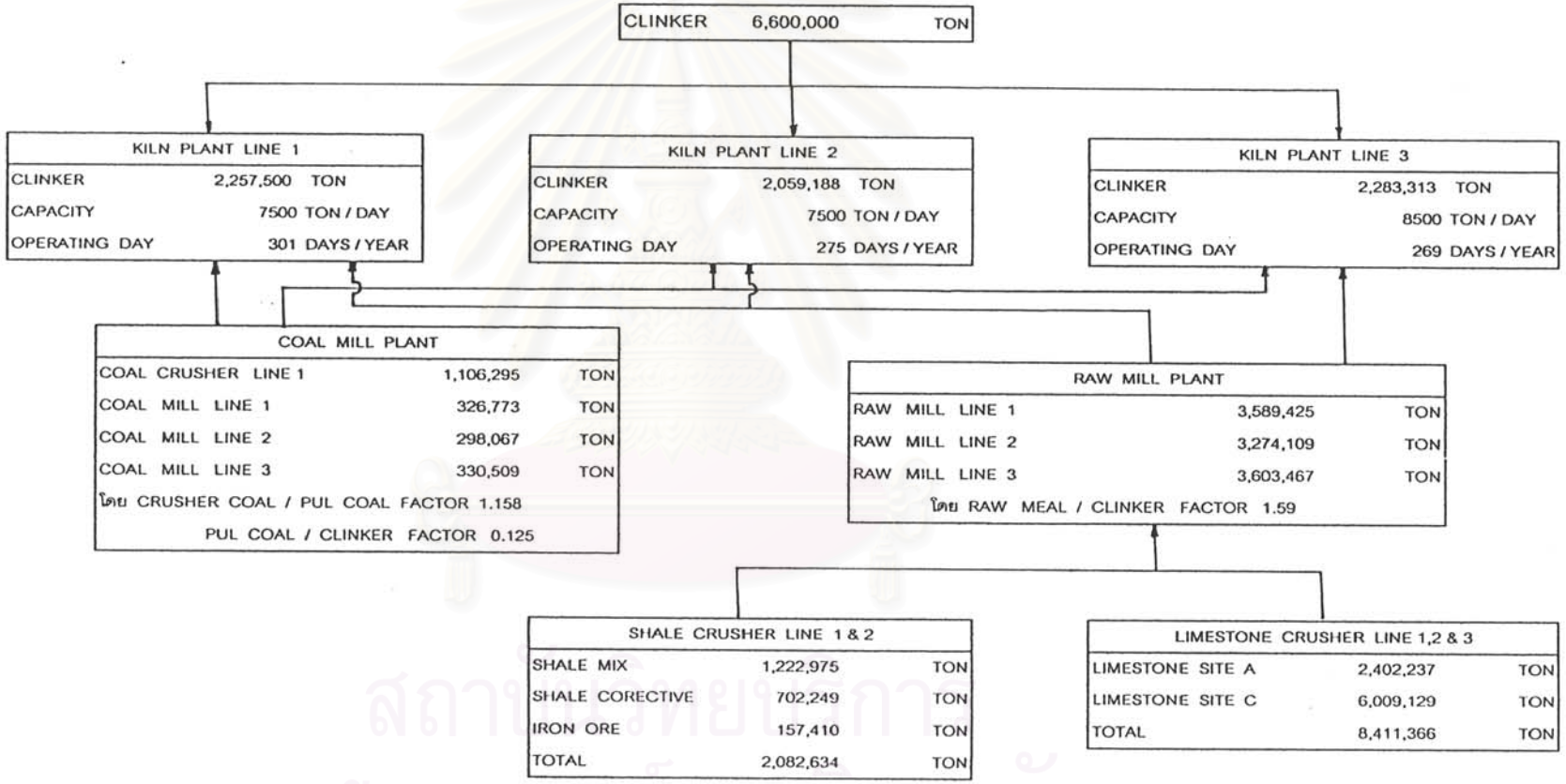


TOTAL CLINKER FROM CLINKER PLAN	6,600,000 TON / YEAR
TOTAL CLINKER FOR CEMENT PRODUCT	4,698,000 TON / YEAR
EXCESS CLINKER	1,902,000 TON / YEAR

รูปที่ ค-4 แผนการผลิตปูนซีเมนต์ประจำปี 2543

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

แผนการผลิตปูนเม็ดประจำปี 2543



รูปที่ ค-5 แผนการผลิตปูนเม็ดประจำปี 2543

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

1. แผนการเดินเครื่องจักรแผนก Raw material & Fuel prep หน่วยงาน Raw mill

หน่วยงาน Raw mill มีเครื่องจักรทั้งหมด = 8 mill
เครื่องจักรมีกำลังการผลิตโดยรวมต่อ 1 mill (line 1 & 2) = 270 Ton / hr
เครื่องจักรมีกำลังการผลิตโดยรวมต่อ 1 mill (line 3) = 280 Ton / hr

1.1 วางแผนการเดินเครื่องจักร Raw mill Line การผลิตที่ 1

Raw mill line 1 มีเครื่องจักรทั้งหมด = 2 mill
เดินเครื่องจักรตลอด 24 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%) = 12312 Ton
แผนการผลิตจะผลิต ทั้งหมด 301 วัน / ปี ดังนั้นผลผลิต = 3705912 Ton

โดย Kiln line 1 จะต้องใช้ผลผลิตจาก Raw mill เท่ากับ 520 Ton / hr ดังนั้น Raw mill line 1 จะต้องเดินเครื่องจักรทั้ง 2 mill ตลอดเวลา 24 hr จึงจะเพียงพอกับที่แผนก Kiln ต้องการตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้

1.2 วางแผนการเดินเครื่องจักร Raw mill Line การผลิตที่ 2

Raw mill line 2 มีเครื่องจักรทั้งหมด = 3 mill
ถ้าเดินเครื่องจักร 2 mill เป็นเวลา 10 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%) = 5130 Ton
และ ถ้าเดิน 3 mill เป็นเวลา 14 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%) = 10773 Ton
ดังนั้นผลผลิตจากการเดินเครื่องจักรทั้งหมด ต่อ วัน = 15903 Ton
จากแผนการผลิตจะผลิต ทั้งหมด 275 วัน / ปี ดังนั้นผลผลิต = 4373325 Ton

และ Kiln line 2 จะต้องใช้ผลผลิตจาก Raw mill เท่ากับ 530 Ton / hr ดังนั้น Raw mill line 2 จะต้องเดินเครื่องจักร 2 mill ในช่วงเวลา Peak 10 hr และจะเดินเครื่องจักรจำนวน 3 millในช่วงเวลาOff Peak 14 hr เพื่อให้เพียงพอกับที่ แผนก Kiln ต้องการ ตามแผนการผลิต

1.3 วางแผนการเดินเครื่องจักร Raw mill Line การผลิตที่ 3

Raw mill line 3 มีเครื่องจักรทั้งหมด = 3 mill
ถ้าเดินเครื่องจักร 2 mill เป็นเวลา 10 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%) = 5320 Ton
และถ้าเดิน 3 mill เป็นเวลา 14 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%) = 11172 Ton
ดังนั้นผลผลิตจากการเดินเครื่องจักรทั้งหมด ต่อ วัน = 16492 Ton
จากแผนการผลิตจะผลิต ทั้งหมด 269 วัน / ปี ดังนั้นผลผลิต = 4436348 Ton

และ Kiln line 3 จะต้องใช้ผลผลิตจาก Raw mill เท่ากับ 540 Ton / hr ดังนั้น Raw mill line 3 จะต้องเดินเครื่องจักร 2 mill ในช่วงเวลา Peak 10 hr และจะเดินเครื่องจักรจำนวน 3 mill ในช่วงเวลา Off Peak 14 hr เพื่อให้เพียงพอกับที่ แผนก Kiln ต้องการ ตามแผนการผลิต

ซึ่งจากการวางแผนการเดินเครื่องจักรดังกล่าวจะเห็นได้ว่า Line การผลิตที่ 2 และ Line การผลิตที่ 3 นั้นยังคงมีกำลังการผลิตมากกว่าแผนการผลิตที่วางไว้ ดังนั้นเพื่อให้แผนการเดินเครื่องจักรสอดคล้องกับอัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ จึงควรทำการหยุดเครื่องจักรที่ Line การผลิตที่ 2 หรือ Line การผลิตที่ 3 ลง 1 mill ในช่วงเวลา Peak ทำให้แผนการเดินเครื่องจักรในช่วงเวลา Peak ของหน่วยงาน Raw mill จะทำการเดินเครื่องจักร 3-6 mill ซึ่งทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับปริมาตรที่เหลืออยู่ใน Silo และ ค่า Maximum Peak Demand ที่เกิดขึ้นด้วย ในส่วนของช่วงเวลา Off Peak ซึ่งเป็นช่วงที่อัตราค่าไฟฟ้ามีราคาถูกเป็นอันดับที่ 2 จึงควรต้องทำการเดินเครื่องจักรให้ครบทุก mill และในส่วนของช่วงเวลา Sunday ซึ่งเป็นช่วงที่อัตราค่าไฟฟ้ามีราคาถูกที่สุดควรจะต้องทำการเดินเครื่องจักรให้ครบทุก mill เช่นกันและในช่วงเวลา Sunday นี้เองเพื่อให้การวางแผนการเดินเครื่องจักรเกิดประโยชน์สูงสุดนั้น จะต้องทำการวางแผนเพื่อเตรียม Silo ทั้ง 3 Line ให้มีปริมาตรเหลือเพียงพอที่จะเก็บอีกด้วย โดยที่ Line การผลิตที่ 1 จะต้องมีปริมาตรเหลือไว้ประมาณ 12,000 Ton Line การผลิตที่ 2 จะต้องมีปริมาตรเหลือไว้ประมาณ 18,000 Ton และLine การผลิตที่ 3 จะต้องมีปริมาตรเหลือไว้ประมาณ 19,000 Ton

2. แผนการเดินเครื่องจักรแผนก Raw material & Fuel prep หน่วยงาน Coal mill

หน่วยงาน Coal mill มีเครื่องจักรทั้งหมด	=	6	mill
เครื่องจักรมีกำลังการผลิตโดยรวมต่อ 1 mill (line 1, 2 & 3)	=	40	Ton / hr

2.1 วางแผนการเดินเครื่องจักร Coal mill Line การผลิตที่ 1

Coal mill line 1 มีเครื่องจักรทั้งหมด	=	2	mill
ถ้าเดินเครื่องจักร 1 mill เป็นเวลา 10 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%)	=	380	Ton
และถ้าเดิน 2 mill เป็นเวลา 14 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%)	=	1064	Ton
ดังนั้นผลผลิตจากการเดินเครื่องจักรทั้งหมด ต่อ วัน	=	1444	Ton
จากแผนการผลิตจะผลิต ทั้งหมด 301 วัน / ปี ดังนั้นผลผลิต	=	434644	Ton

และ Kiln line 2 จะต้องใช้ผลผลิตจาก Coal เท่ากับ 35-38 Ton / hr ดังนั้น Coal mill line 2 จะต้องเดินเครื่องจักร 1 mill ในช่วงเวลา Peak 10 hr และจะเดินเครื่องจักรจำนวน 2 mill ในช่วงเวลา Off Peak 14 hr เพื่อให้เพียงพอกับที่ แผนก Kiln ต้องการ ตามแผนการผลิต

2.2 วางแผนการเดินเครื่องจักร Coal mill Line การผลิตที่ 2

Coal mill line 2 มีเครื่องจักรทั้งหมด	=	2 mill
ถ้าเดินเครื่องจักร 1 mill เป็นเวลา 10 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%)	=	380 Ton
และถ้าเดิน 2 mill เป็นเวลา 14 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%)	=	1064 Ton
ดังนั้นผลผลิตจากการเดินเครื่องจักรทั้งหมด ต่อ วัน	=	1444 Ton
จากแผนการผลิตจะผลิต ทั้งหมด 275 วัน / ปี ดังนั้นผลผลิต	=	397100Ton

และ Kiln line 2 จะต้องใช้ผลผลิตจาก Coal เท่ากับ 38-40 Ton / hr ดังนั้น Coal mill line 2 จะต้องเดินเครื่องจักร 1 mill ในช่วงเวลา Peak 10 hr และจะเดินเครื่องจักรจำนวน 2 mill ในช่วงเวลา Off Peak 14 hr เพื่อให้เพียงพอกับที่ แผนก Kiln ต้องการ ตามแผนการผลิต

2.3 วางแผนการเดินเครื่องจักร Coal mill Line การผลิตที่ 3

Coal mill line 3 มีเครื่องจักรทั้งหมด	=	2 mill
ถ้าเดินเครื่องจักร 1 mill เป็นเวลา 10 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%)	=	380 Ton
และถ้าเดิน 2 mill เป็นเวลา 14 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%)	=	1064 Ton
ดังนั้นผลผลิตจากการเดินเครื่องจักรทั้งหมด ต่อ วัน	=	1444 Ton
จากแผนการผลิตจะผลิต ทั้งหมด 269 วัน / ปี ดังนั้นผลผลิต	=	388436Ton

และ Kiln line 3 จะต้องใช้ผลผลิตจาก Coal เท่ากับ 38-42 Ton / hr ดังนั้น เพื่อให้ผลผลิตเพียงพอกับความต้องการของ Kiln จะต้องเดินเครื่องจักร 1-2 mill ในช่วงเวลา Peak 10 hr และจะเดินเครื่องจักรจำนวน 2 mill ในช่วงเวลา Off Peak 14 hr เพื่อให้เพียงพอกับที่ แผนก Kiln ต้องการ ตามแผนการผลิต

ซึ่งจากการวางแผนการเดินเครื่องจักรดังกล่าวจะเห็นได้ว่า Line การผลิตที่ 1 2 และ 3 ยังคงมีกำลังการผลิตมากกว่าแผนการผลิตที่วางไว้ ดังนั้นเพื่อให้แผนการเดินเครื่องจักรสอดคล้องกับอัตราค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ จึงควรทำการเดินเครื่องจักร ช่วงเวลา Peak ของหน่วยงาน Coal mill ทำการเดินเครื่องจักร 3-5 mill ซึ่งทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับปริมาตรที่เหลืออยู่ใน Silo และ ค่า Maximum Peak Demand ที่เกิดขึ้นด้วย ในส่วนของช่วงเวลา Off Peak ซึ่งเป็นช่วงที่อัตราค่าไฟฟ้ามีราคาถูกเป็นอันดับที่ 2 จึงควรต้องทำการเดินเครื่องจักรให้ครบทุก mill และในส่วนของช่วงเวลา Sunday ซึ่งเป็นช่วงที่อัตราค่าไฟฟ้ามีราคาถูกที่สุดควรจะต้องทำการเดินเครื่องจักรให้ครบทุก mill เช่นกันจนกระทั่งเต็มปริมาตรของ Silo ดังนั้นปริมาตรของ

Silo ที่ จะต้องเตรียมไว้สำหรับเดินเครื่องจักรในช่วงเวลา Sunday จะมีดังนี้ Coal mill Line การผลิตที่ 1 2 และ 3 จะต้องมีปริมาตรใน Silo ที่ว่าง เท่ากับ 1,830 Ton

3. **แผนการเดินเครื่องจักรแผนก Kiln**

หน่วยงาน Kiln มีเครื่องจักรทั้งหมด = 3 mill
เครื่องจักรมีกำลังการผลิตโดยรวมต่อ 1 mill (line 1 & 2) = 520-530 Ton / hr
เครื่องจักรมีกำลังการผลิตโดยรวมต่อ 1 mill (line 3) = 540 Ton / hr

เนื่องจาก Kiln เป็นเครื่องจักรหลักในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ลมร้อนที่ใช้งานในกระบวนการผลิตจะมาจาก Kiln ทั้งสิ้น และ Kiln ไม่สามารถหยุดได้เพราะจะทำให้กระบวนการผลิตหยุดทั้งหมดอีกทั้งการหยุด Kiln จะเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่สูงในการทำอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 1400 C ในการหยุดแต่ละครั้ง ดังนั้นแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตของแผนก Kiln นั้นคือ Kiln จะต้องเดินครบทุก mill ในทุกช่วงเวลา

4. **แผนการเดินเครื่องจักรแผนก Cement**

หน่วยงาน Cement มีเครื่องจักรทั้งหมด = 7 mill
เครื่องจักรมีกำลังการผลิตโดยรวมต่อ 1 mill ในการบด Type I = 220 Ton / hr
เครื่องจักรมีกำลังการผลิตโดยรวมต่อ 1 mill ในการบด Type III = 120 Ton / hr
เครื่องจักรมีกำลังการผลิตโดยรวมต่อ 1 mill ในการบด Type V = 170 Ton / hr
เครื่องจักรมีกำลังการผลิตโดยรวมต่อ 1 mill ในการบด Type Mix = 250 Ton / hr

4.1 วางแผนการเดินเครื่องจักรแผนก Cement กรณีบด Type I

Cement 1 mill มีกำลังการผลิตโดยรวมในกรณีบด Type I = 220 Ton
ถ้าเดินเครื่องจักร 1 mill เป็นเวลา 10 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%) = 2090 Ton
และ ถ้าเดิน 4 mill เป็นเวลา 14 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%) = 11704 Ton
ดังนั้นผลผลิตจากการเดินเครื่องจักรทั้งหมด ต่อ วัน = 13794 Ton
กำหนดให้แผนการผลิตจะผลิต ทั้งหมด 300 วัน / ปี ดังนั้นผลผลิต = 3511200 Ton

ดังนั้น Cement จะต้องเดินเครื่องจักร 1 mill ในช่วงเวลา Peak 10 hr และจะเดินเครื่อง-จักรจำนวน 4 mill ในช่วงเวลา Off Peak 14 hr เพื่อให้เพียงพอความต้องการตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้

4.2 วางแผนการเดินเครื่องจักรแผนก Cement กรณีบด Type Mix

Cement 1 mill มีกำลังการผลิตโดยรวมในกรณีบด Type Mix = 250 Ton

ถ้าเดินเครื่องจักร 2 mill เป็นเวลา 14 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%) = 6650 Ton

ดังนั้นผลผลิตจากการเดินเครื่องจักรทั้งหมด ต่อ วัน = 6650 Ton

กำหนดให้แผนการผลิตจะผลิต ทั้งหมด 300 วัน / ปี ดังนั้นผลผลิต = 1995000 Ton

ดังนั้น Cement จะต้องเดินเครื่องจักร 2 mill ในกรณีบด Cement Type Mix ในช่วงเวลา Off Peak 14 hr ก็จะเพียงพอความต้องการตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้

4.3 วางแผนการเดินเครื่องจักรแผนก Cement กรณีบด Type III

Cement 1 mill มีกำลังการผลิตโดยรวมในกรณีบด Type III = 120 Ton

ถ้าเดินเครื่องจักร 1 mill เป็นเวลา 14 hr จะมีผลผลิต(คิดที่ 95%) = 1596 Ton

ดังนั้นผลผลิตจากการเดินเครื่องจักรทั้งหมด ต่อ วัน = 1596 Ton

กำหนดให้แผนการผลิตจะผลิต ทั้งหมด 100 วัน / ปี ดังนั้นผลผลิต = 159600 Ton

ดังนั้น Cement จะต้องเดินเครื่องจักร 1 mill ในกรณีบด Cement Type III ในช่วงเวลา Off Peak 14 hr ก็จะเพียงพอความต้องการตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้

4.4 วางแผนการเดินเครื่องจักรแผนก Cement กรณีบด Type V

Cement 1 mill มีกำลังการผลิตโดยรวมในกรณีบด Type V = 170 Ton

ในกรณีบด Cement Type V จะเป็นการผลิตตามคำสั่งซื้อพิเศษ และจะทำการผลิตในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น แผนการเดินเครื่องจักรในกรณีบด Cement Type V ในช่วงเวลา Peak จะใช้เครื่องจักรในการบด 1 mill และในช่วงเวลา Off Peak ทำการบดโดยใช้เครื่องจักร 2-3 mill โดยจะใช้เครื่องจักรในการบดจาก Cement Type I และ Cement Type III มาใช้งานแทนก็จะเพียงพอความต้องการตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้

และในส่วนของช่วงเวลา Sunday ซึ่งเป็นช่วงที่อัตราค่าไฟฟ้ามีราคาถูกที่สุดควรจะต้องทำการเดินเครื่องจักรให้ครบทุก mill ทั้งหมดและในช่วงเวลา Sunday นี้เองเพื่อให้การวางแผนการเดินเครื่องจักรเกิดประโยชน์สูงสุดนั้น จะต้องทำการวางแผนเพื่อเตรียม Silo ให้มีปริมาตรเหลือเพียงพอที่จะเก็บอีกด้วย โดยที่ Cement Type I จะต้องมีปริมาตรเหลือไว้ประมาณ 20,000 Ton Cement Type Mix จะต้องมีปริมาตรเหลือไว้ประมาณ 11,500 Ton และ Cement Type III จะต้องมีปริมาตรเหลือไว้ประมาณ 2,700 Ton

เป้าหมายการบริหารค่าไฟฟ้า

เป้าหมายการบริหารค่าไฟฟ้าเกิดจากการประเมินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าในการวางแผนการเดินเครื่องจักรให้เหมาะสม หลีกเลี่ยงการเดินเครื่องจักรบางตัวโดยให้เดินเครื่องจักรในช่วงเวลา Off Peak และ วันอาทิตย์แทน และการดำเนินมาตรการปรับปรุงโดยการลดการสูญเสียการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต โดยมีข้อมูลค่าไฟฟ้าดังนี้

ตาราง ค-1 ค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี 2542 ถึง ปี 2543

เดือน / ปี	ค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า Baht / Kwh
ม.ค. 42	1.289
ก.พ. 42	1.241
มี.ค. 42	1.221
เม.ย. 42	1.239
พ.ค. 42	1.248
มิ.ย. 42	1.228
ก.ค. 42	1.209
ส.ค. 42	1.212
ก.ย. 42	1.224
ต.ค. 42	1.231
พ.ย. 42	1.152
ธ.ค. 42	1.256
ม.ค. 43	1.228
ก.พ. 43	1.213
มี.ค. 43	1.201
เม.ย. 43	1.257
พ.ค. 43	1.138
มิ.ย. 43	1.149
ผลรวม	21.936
ค่าเฉลี่ย	1.2187

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้นเป้าหมายการบริหารค่าไฟฟ้าโดยที่ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยในระบบค่าไฟฟ้าแบบ TIME OF USED (TOU) โดยไม่รวมค่า FT Charge และค่า VAT เกิดจากการประมาณผลการดำเนินการที่จะเกิดขึ้นหลังการปรับปรุงจะทำให้ ค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจะลดลง 10%

ดังนั้นเป้าหมายการบริหารค่าไฟฟ้า = ค่าเฉลี่ยค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า X 90%

= 1.2187 X 90%

= 1.09683 Baht / Kwh

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต เป็นเป้าหมายที่ใช้ในการควบคุมดำเนินการให้แต่ละแผนกในกระบวนการผลิตทำการควบคุมการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด โดยเป้าหมายที่ทำการปรับปรุงเกิดขึ้นจาก จำนวนค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตนั้น ๆ ในช่วงเวลา 18 เดือน (ปี 2541 รวมกับ ช่วง 6 เดือนแรกของปี 2542) จากนั้นทำการตั้งเป้าหมายโดยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตลง 10% หรือใช้ค่าเฉลี่ยของ ระบบ Three Best Target เป็นเป้าหมาย ดังนั้นเป้าหมายในการดำเนินการจึงเป็นดังนี้จึงเป็นดังนี้

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Limestone Crusher

Limestone Crusher จะตั้งเป้าหมายโดยใช้ค่าเฉลี่ยลดลง 10% ดังนี้

ตารางที่ ค-18 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Limestone Crusher

LIMESTONE CRUSHER			
MONTH/YEAR	PRODUCTION (Ton)	ELECTRICAL CONSUMTION (Kwh)	SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION (Kwh/Ton)
Jan-98	631100	758155	1.201
Feb-98	624340	755950	1.211
Mar-98	719758	962920	1.338
Apr-98	731220	851873	1.165
May-98	523560	843168	1.610
Jun-98	699058	1031203	1.475
Jul-98	471845	606778	1.286
Aug-98	390600	488921	1.252
Sep-98	724480	1195636	1.650
Oct-98	779400	1153045	1.479
Nov-98	518320	640701	1.236
Dec-98	681100	1078040	1.583
Jan-99	651580	992093	1.523
Feb-99	456810	604058	1.322
Mar-99	733970	1207240	1.645
Apr-99	722840	900645	1.246
May-99	627050	800792	1.277
Jun-99	680100	964077	1.418
TOTAL			24.917
AVERAGE			1.384
TAGET	1.384 X 90% ดังนั้นมีค่าเท่ากับ		1.25

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Shale Crusher

Shale Crusher จะตั้งเป้าหมายโดยใช้ค่าเฉลี่ยลดลง 10% ดังนี้

ตารางที่ ค-19 **เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ** Shale Crusher

SHALE CRUSHER			
MONTH/YEAR	PRODUCTION (Ton)	ELECTRICAL CONSUMTION (Kwh)	SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION (Kwh/Ton)
Jan-98	185600	260194	1.402
Feb-98	155230	199088	1.283
Mar-98	193594	271350	1.402
Apr-98	153710	252266	1.641
May-98	116094	149406	1.287
Jun-98	162130	266254	1.642
Jul-98	154957	199147	1.285
Aug-98	79630	125710	1.579
Sep-98	167510	220429	1.316
Oct-98	204890	346717	1.692
Nov-98	146390	192984	1.318
Dec-98	204510	319080	1.560
Jan-99	199770	332520	1.665
Feb-99	148310	235372	1.587
Mar-99	214080	281902	1.317
Apr-99	190775	272555	1.429
May-99	151196	243135	1.608
Jun-99	142182	195473	1.375
TOTAL			26.387
AVERAGE			1.466
TAGET	1.466 X 90% ดังนั้นมีค่าเท่ากับ		1.32

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Coal Crusher

Coal Crusher จะตั้งเป้าหมายโดยใช้ค่าเฉลี่ยลดลง 10% ดังนี้

ตารางที่ ค-20 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Coal Crusher

COAL CRUSHER			
MONTH/YEAR	PRODUCTION (Ton)	ELECTRICAL CONSUMTION (Kwh)	SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION (Kwh/Ton)
Jan-98	77330	60302	0.780
Feb-98	69720	56379	0.809
Mar-98	94660	79362	0.838
Apr-98	88310	76099	0.862
May-98	55820	52805	0.946
Jun-98	90900	59830	0.658
Jul-98	51800	43615	0.842
Aug-98	56018	42893	0.766
Sep-98	109890	67343	0.613
Oct-98	90090	54072	0.600
Nov-98	76130	50154	0.659
Dec-98	86170	55961	0.649
Jan-99	68610	52270	0.762
Feb-99	67779	51840	0.765
Mar-99	91650	60314	0.658
Apr-99	89040	54386	0.611
May-99	82330	50899	0.618
Jun-99	65050	46731	0.718
TOTAL			13.154
AVERAGE			0.731
TAGET	0.731 X 90%	ดังนั้นมีค่าเท่ากับ	0.66

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Compound Crusher

Compound Crusher จะตั้งเป้าหมายโดยใช้ค่าเฉลี่ยลดลง 10% ดังนี้

ตารางที่ ค-21 **เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ** Compound Crusher

COMPOUND CRUSHER			
MONTH/YEAR	**PRODUCTION (Ton)**	**ELECTRICAL CONSUMTION (Kwh)**	**SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION (Kwh/Ton)**
Jan-98	55854	106951	1.915
Feb-98	58138	98668	1.697
Mar-98	59164	101600	1.717
Apr-98	56381	114779	2.036
May-98	42282	115268	2.726
Jun-98	45554	107601	2.362
Jul-98	36085	92948	2.576
Aug-98	49466	125644	2.540
Sep-98	64948	122461	1.886
Oct-98	82002	147661	1.801
Nov-98	66354	114632	1.728
Dec-98	67585	110416	1.634
Jan-99	84500	138927	1.644
Feb-99	89265	150006	1.680
Mar-99	102191	169738	1.661
Apr-99	77336	129840	1.679
May-99	88309	162512	1.840
Jun-99	83012	148332	1.787
TOTAL			34.908
AVERAGE			1.939
TAGET	1.939 X 90%	ดังนั้นมีค่าเท่ากับ	1.75

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Raw Mill

Raw Mill จะตั้งเป้าหมายโดยใช้ระบบ Three Best Target แล้วหาค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นเป้าหมาย

ตารางที่ ค-22 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Raw Mill

RAW MILL			
MONTH/YEAR	PRODUCTION (Ton)	ELECTRICAL CONSUMTION (Kwh)	SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION (Kwh/Ton)
Jan-98	811933.98	17565710	21.634
Feb-98	833835	17816863	21.367
Mar-98	943215	20662395	21.906
Apr-98	1016128.2	21474224	21.133
May-98	692930	14653843	21.148
Jun-98	986074.01	20959953	21.256
Jul-98	614174	12989213	21.149
Aug-98	495021	10469416	21.149
Sep-98	1007372	21345324	21.189
Oct-98	942276	20259332	21.500
Nov-98	698580.99	15107075	21.625
Dec-98	922351.01	19534225	21.179
Jan-99	795333.99	16790151	21.111
Feb-99	679730.99	14383000	21.160
Mar-99	1000977.99	21756712	21.735
Apr-99	921132	19528853	21.201
May-99	865152.31	18749587	21.672
Jun-99	857092.84	18441075	21.516
TOTAL			384.632
TAGET	(21.111+21.133+21.148) / 3 ดังนั้นมีค่าเท่ากับ		21.130

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Coal Mill

Coal Mill จะตั้งเป้าหมายโดยใช้ค่าเฉลี่ยลดลง 10% ดังนี้

ตารางที่ ค-23 **เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ** Coal Mill

COAL MILL			
MONTH/YEAR	**PRODUCTION (Ton)**	**ELECTRICAL CONSUMTION (Kwh)**	**SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION (Kwh/Ton)**
Jan-98	73629	3736039	50.742
Feb-98	75075	3787052	50.444
Mar-98	84749	4359497	51.440
Apr-98	92793	4684009	50.478
May-98	55002	2734663	49.719
Jun-98	92991	4384590	47.151
Jul-98	58317	3032844	52.006
Aug-98	48192	2552063	52.956
Sep-98	97460	4651662	47.729
Oct-98	88932	3791882	42.638
Nov-98	61720	3229351	52.323
Dec-98	83399	3828224	45.903
Jan-99	61950	2906641	46.919
Feb-99	58467	2493941	42.656
Mar-99	85748	3820882	44.560
Apr-99	80815	3496362	43.264
May-99	79434	3385658	42.622
Jun-99	68433	2922801	42.711
TOTAL			856.259
AVERAGE			47.570
TAGET	47.570 X 90%	ดังนั้นมีค่าเท่ากับ	42.81

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Kiln

Kiln จะตั้งเป้าหมายโดยใช้ระบบ Three Best Target แล้วหาค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นเป้าหมาย

ตารางที่ ค-24 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Kiln

KILN			
MONTH/YEAR	PRODUCTION (Ton)	ELECTRICAL CONSUMTION (Kwh)	SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION (Kwh/Ton)
Jan-98	620955	16902387	27.220
Feb-98	624738	16927970	27.096
Mar-98	684279	18539677	27.094
Apr-98	662627	17956529	27.099
May-98	375734	11549160	30.738
Jun-98	622547	17702073	28.435
Jul-98	393592	11592899	29.454
Aug-98	308714	9590359	31.065
Sep-98	628772	17525064	27.872
Oct-98	538597	16422814	30.492
Nov-98	437433	11872701	27.142
Dec-98	587264	16270069	27.705
Jan-99	503383	13859683	27.533
Feb-99	417906	11756148	28.131
Mar-99	639385	17542760	27.437
Apr-99	578942	15687536	27.097
May-99	566385	15637749	27.610
Jun-99	513709	13919451	27.096
TOTAL			506.315
TAGET =	(27.094+27.096+27.096) / 3 ดังนั้นมีค่าเท่ากับ		27.100

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Cement Mill Type I

Cement Mill Type I จะตั้งเป้าหมายโดยใช้ระบบ Three Best Target แล้วหาค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นเป้าหมาย

ตารางที่ ค-25 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Cement Mill Type I

CEMENT MILL TYPE I			
MONTH/YEAR	PRODUCTION (Ton)	ELECTRICAL CONSUMTION (Kwh)	SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION (Kwh/Ton)
Jan-98	238747	9108210	38.150
Feb-98	205831	7610032	36.972
Mar-98	282782	10296106	36.410
Apr-98	209707	7694282	36.691
May-98	246263	9417890	38.243
Jun-98	256510	9616672	37.490
Jul-98	294008	11182425	38.034
Aug-98	243354	9418099	38.701
Sep-98	236364	8617915	36.460
Oct-98	216097	7865949	36.400
Nov-98	170502	6532075	38.311
Dec-98	190156	7263964	38.200
Jan-99	259811	9705475	37.356
Feb-99	315481	11481110	36.392
Mar-99	286446	10585574	36.955
Apr-99	191307	7202118	37.647
May-99	316672	12258084	38.709
Jun-99	397401	15768658	39.679
TOTAL			676.802
TARGET	(36.392+36.40+36.41) / 3 ดังนั้นมีค่าเท่ากับ		36.400

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Cement Mill Type III

Cement Mill Type III จะตั้งเป้าหมายโดยใช้ระบบ Three Best Target แล้วหาค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นเป้าหมาย

ตารางที่ ค-26 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Cement Mill Type III

CEMENT MILL TYPE III			
MONTH/YEAR	PRODUCTION (Ton)	ELECTRICAL CONSUMTION (Kwh)	SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION (Kwh/Ton)
Jan-98	16303	1162117	71.284
Feb-98	18044	1293838	71.703
Mar-98	6367	461752	72.524
Apr-98	18664	1423132	76.251
May-98	10835	841670	77.679
Jun-98	-	-	-
Jul-98	-	-	-
Aug-98	-	-	-
Sep-98	14838	1082651	72.966
Oct-98	10450	792068	75.795
Nov-98	10585	754575	71.290
Dec-98	13456	959251	71.288
Jan-99	10655	787737	73.930
Feb-99	10506	751830	71.563
Mar-99	9741	695427	71.390
Apr-99	7459	536841	71.975
May-99	14164	1009661	71.283
Jun-99	8639	621818	71.978
TOTAL			1097.114
TAGET	(71.279+71.283+71.284) / 3 ดังนั้นมีค่าเท่ากับ		71.29

เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Cement Mill Type Mixed

Cement Mill Type Mixed จะตั้งเป้าหมายโดยใช้ระบบ Three Best Target แล้วหาค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นเป้าหมาย

ตารางที่ ค-27 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Cement Mill Type Mixed

CEMENT MILL TYPE MIXED			
MONTH/YEAR	PRODUCTION (Ton)	ELECTRICAL CONSUMTION (Kwh)	SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION (Kwh/Ton)
Jan-98	114668	3823829	33.347
Feb-98	122859	4237801	34.493
Mar-98	115659	3978199	34.396
Apr-98	135707	4507963	33.218
May-98	106968	3645386	34.079
Jun-98	115452	3846386	33.316
Jul-98	89432	3116155	34.844
Aug-98	68872	2386932	34.657
Sep-98	84916	2892481	34.063
Oct-98	135642	4505200	33.214
Nov-98	109225	3752102	34.352
Dec-98	107111	3640586	33.989
Jan-99	137024	4559358	33.274
Feb-99	144057	4785007	33.216
Mar-99	159907	5411130	33.839
Apr-99	127624	4239288	33.217
May-99	124916	4227631	33.844
Jun-99	92437	3207830	34.703
TOTAL			610.062
TAGET	(33.214+33.216+33.217) / 3 ดังนั้นมีค่าเท่ากับ		33.22

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต

ตารางที่ ค-28 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรต่าง ๆ

POWER CONSUMPTION	
DESCRIPTION	ACTUAL VALUE (MW)
LIMESTONE CRUSHER 1	0.90
LIMESTONE CRUSHER 2	1.60
LIMESTONE CRUSHER 3	1.20
SHALE CRUSHER 1	0.26
SHALE CRUSHER 2	0.30
COAL CRUSHER	0.19
COMPOUND CRUSHER 1	0.55
COMPOUND CRUSHER 2	0.60
RAW MILL 1 AND 2	6.10
RAW MILL 3 AND 4	6.50
RAW MILL 5	4.70
RAW MILL 6 AND 7	7.00
RAW MILL 8	5.50
COAL MILL 1 AND 2	3.04
COAL MILL 3 AND 4	3.00
COAL MILL 5 AND 6	3.00
CEMENT MILL 1	7.54
CEMENT MILL 2	7.58
CEMENT MILL 3	7.50
CEMENT MILL 4	7.50
CEMENT MILL 5	7.70
CEMENT MILL 6	7.50
CEMENT MILL 7	8.00
PREHEATER / KILN 1	12.69
PREHEATER / KILN 2	13.00
PREHEATER / KILN 3	13.60
RAW MATERIAL TRANSPORT 1	0.13
RAW MATERIAL TRANSPORT 2	0.20
RAW MATERIAL FEED BIN 2	0.25
RAW MATERIAL FEED BIN 3	0.30

ที่มา แผนกไฟฟ้า บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

การควบคุมปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลา Peak

แผนกำหนดการเดินเครื่องจักรในช่วงเวลา Peak และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามีดังนี้

ตารางที่ ค-29 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลา Peak

POWER CONSUMPTION	
DESCRIPTION	ACTUAL VALUE (MW)
1. PREHEATER / KILN 1	12.69
2. PREHEATER / KILN 2	13.00
3. PREHEATER / KILN 3	13.60
4. RAW MILL 1 AND 2	6.10
5. RAW MILL 3	3.25
6. RAW MILL 7	3.50
7. RAW MILL 8	5.50
8. RAW MATERIAL TRANSPORT 1	0.13
9. RAW MATERIAL TRANSPORT 2	0.20
10. RAW MATERIAL FEED BIN 2	0.25
11. RAW MATERIAL FEED BIN 3	0.30
12. COAL MILL 1 AND 2	3.04
13. COAL MILL 3	1.50
14. COAL MILL 6	1.50
15. CEMENT MILL 1	7.54
16. LIMESTONE CRUSHER 2	1.60
17. LIMESTONE CRUSHER 3	1.20
18. SHALE CRUSHER 1	0.26
19. SHALE CRUSHER 2	0.30
20. COAL CRUSHER	0.19
21. COMPOUND CRUSHER 1	0.55
22. OTHER	4.00
TOTAL	80.20

REMARK OTHER : ELECTRICAL LOAD UNSTABLE

ตารางที่ ค-30 เกณฑ์ประเมินผลการตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่

กิจกรรม	ไม่ดี	พอใช้	ดี	ดีมาก
1. คณะอนุกรรมการและการบริหารงานประหยัดพลังงานในหน่วยงาน (25%)				
1.1 ผู้จัดการแผนกและหัวหน้างานมีส่วนเกี่ยวข้องและให้การสนับสนุน	ไม่มีกิจกรรมใดที่สามารถวัดได้	ติดตามปัญหาการสูญเสียพลังงาน	เพิ่มเติมเกณฑ์พอใช้ในเรื่องติดตามรายงานการใช้พลังงานและการสูญเสียพลังงานทุกชนิด และให้มีการแก้ไขที่ถูกต้อง	เพิ่มเติมเกณฑ์ดีในเรื่องการประชุมผู้เกี่ยวข้องเพื่อหาสาเหตุการสูญเสียพลังงานและแก้ไขงานอื่นที่มีสภาพคล้ายกันด้วย
1.2 การจัดทำแผนงานประหยัดพลังงาน	ไม่มีแผนงาน	มีแผนงาน	มีแผนงานและมีรายละเอียดแผนการดำเนินการ	มีแผนงาน มีรายละเอียดแผนการดำเนินการ มีการปฏิบัติและติดตามผลการดำเนินงานด้านการประหยัดพลังงาน
1.3 การจัดตั้งคณะอนุกรรมการประหยัดพลังงาน	ไม่มี	มีคณะกรรมการ	คณะกรรมการถูกต้องตามที่กำหนด	เพิ่มเติมเกณฑ์ดีในเรื่องกำหนดบทบาทหน้าที่คณะกรรมการเป็นลายลักษณ์อักษร
1.4 การจัดทำมาตรฐาน/มาตรการประหยัดพลังงานภายในหน่วยงาน	ไม่มีเป็นลายลักษณ์อักษร	มีการนำมาปรับปรุงใช้และติดตามประกาศให้ทราบ	มีการกำหนดรวมเข้าไว้กับกฎระเบียบในการทำงาน	เพิ่มเติมเกณฑ์ดีอีกในเรื่องการควบคุมบังคับใช้และปรับปรุงให้ทันสมัยอย่างน้อยทุก ๆ ปี
1.5 มีการประชุมคณะอนุกรรมการ	ไม่มีการประชุม	มีการประชุมบ้าง	มีการประชุมครบทุกเดือน และมีบันทึกการประชุม	เพิ่มเติมเกณฑ์ดี มีคณะกรรมการเข้าประชุมไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของแต่ละครั้ง
1.6 การมีส่วนร่วมของพนักงานในหน่วยงาน	พนักงานไม่มีส่วนร่วม	พนักงานมีส่วนร่วมในการเขียนข้อเสนอแนะด้านการประหยัดพลังงาน	พนักงานมีส่วนร่วมในการปรับปรุงแก้ไขจุดที่มีการสูญเสียพลังงาน	พนังงานมีส่วนร่วมในการเสนอโครงการประหยัดพลังงาน

ตารางที่ ค-30 เกณฑ์ประเมินผลการตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ (ต่อ)

กิจกรรม	ไม่ดี	พอใช้	ดี	ดีมาก
2. มาตรการการอนุรักษ์การประหยัดพลังงาน (50%)				
2.1 มีการสำรวจและป้องกันการสูญเสียในการใช้พลังงาน	ไม่มีโครงการที่กำหนดไว้	กำหนดไว้เฉพาะเรื่องเท่านั้น	กำหนดไว้เป็นส่วนมากในงานต่าง ๆ	กำหนดไว้ทุกงานเป็นลายลักษณ์อักษรและติดประกาศให้ทราบ
2.2 มีการปรับปรุงจุดรั่วไหลของลม, ไฟฟ้า, ความร้อนและน้ำ	ไม่มีการปรับปรุง	มีการปรับปรุงเป็นบางจุด	มีการปรับปรุงทุกจุด	มีการปรับปรุงและมีการตรวจเช็คตามระยะเวลา
2.3 มีการบำรุงรักษาเครื่องใช้หรืออุปกรณ์เพื่อใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ	ไม่มีการบำรุงรักษา	มีการบำรุงรักษาเครื่องใช้และอุปกรณ์บางชนิด	มีการบำรุงรักษาเครื่องใช้และอุปกรณ์ทุกชนิด	มีการบำรุงรักษาและแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น
2.4 มีข้อเสนอแนะการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน	ไม่มี	มีเป็นจำนวนน้อย	มีเป็นจำนวนมาก	มีเป็นจำนวนมากและได้รับการแก้ไขติดตามผล
2.5 มีโครงการประหยัดพลังงานภายในหน่วยงาน	ไม่มีโครงการประหยัดพลังงาน	มีโครงการเท่าที่คณะกรรมการประหยัดพลังงานกำหนด	มีโครงการที่ประหยัดพลังงานได้มาก	มีโครงการนอกเหนือจากที่คณะกรรมการประหยัดพลังงานกำหนดและประหยัดพลังงานได้มาก
2.6 มีการตรวจประเมินการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน	ไม่มีการตรวจ	มีบางส่วนหรือมีแต่ไม่มีประสิทธิภาพ	มีกำหนดการตรวจเป็นลายลักษณ์อักษร กำหนดหน้าที่รับผิดชอบมีความถี่และติดตามผลการตรวจอย่างมีประสิทธิภาพ	โครงการตรวจวัดผลที่เกิดขึ้นได้ เช่น สามารถลดการสูญเสียพลังงาน ผลการติดตามโดยหัวหน้างาน
2.7 มีการใช้วัสดุต่าง ๆ อย่างคุ้มค่า	มีการใช้วัสดุอย่างฟุ่มเฟือย	มีมาตรฐานการใช้วัสดุอย่างประหยัด	มีการทำมาตรฐานการใช้วัสดุมาปฏิบัติและมีการบันทึกผลการใช้วัสดุไว้เป็นลายลักษณ์อักษร	มีการปรับปรุงมาตรฐานการใช้วัสดุให้ดีขึ้นอยู่เสมอ

ตารางที่ ค-30 เกณฑ์ประเมินผลการตรวจสอบการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่ (ต่อ)

กิจกรรม	ไม่ดี	พอใช้	ดี	ดีมาก
3. การรณรงค์และการอบรม (50 %)				
3.1 การจัดทำหลักสูตรและอบรมภายใน	ไม่มีการอบรม	มีโครงการอบรมการประหยัดพลังงานบางชนิด	มีโครงการอบรมการประหยัดพลังงานทุกชนิดและมีการทบทวนให้ถูกต้อง	เพิ่มเติมเกณฑ์ดี ในเรื่องมีการประเมินผลทุกปี เพื่อหาความจำเป็นในการฝึกอบรม
3.2 การส่งพนักงานเข้ารับการอบรมภายใน	ไม่มีพนักงานเข้ารับการอบรม	มีพนักงานเข้ารับการอบรม 50%	มีพนักงานเข้ารับการอบรม 80%	มีพนักงานเข้ารับการอบรม 100%
3.3 มีการจัดทำโครงการรณรงค์ประหยัดพลังงานภายในหน่วยงาน	ไม่มีการจัดทำโครงการ	มีการจัดทำโครงการ	มีการจัดทำโครงการและมีผลการดำเนินงานของโครงการ	มีผลการดำเนินงานของโครงการ และมีแผนการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น
3.4 พนักงานให้ความสนใจในกิจกรรมประหยัดพลังงาน	พนักงานไม่มีความสนใจ	พนักงานปฏิบัติตามมาตรฐานการประหยัดพลังงาน	พนักงานปฏิบัติตามมาตรฐานและเข้าร่วมโครงการประหยัดพลังงาน	พนักงานมีการรณรงค์ให้เพื่อนร่วมงานช่วยกันประหยัดพลังงาน
3.5 มีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลการใช้พลังงาน	ไม่มีการประชาสัมพันธ์	มีการติดตามประกาศให้ทราบ	มีบอร์ดแสดงเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานแต่ละเดือนตลอดปี	มีการใช้สื่ออื่น ๆ ในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-1 การใช้พลังงานและผลผลิตปูนซีเมนต์ 2542-2543

DESCRIPTION	Jul-99	Aug-99	Sep-99	Oct-99	Nov-99	Dec-99	Jan-00	Feb-00	Mar-00	Apr-00	May-00	Jun-00	TOTAL	AVERAGE
PRODUCTION (TON-CEMENT)	461,159	476,521	509,770	524,215	501,539	540,603	478,696	418,714	537,970	531,161	534,592	516,037	6,030,977	502,581.42
ENERGY CONSUMPTION (KCAL/Kg-CEMENT)	961.40	1,086.15	938.62	1,035.80	1,080.48	1,037.22	757.23	876.24	936.26	799.32	1,057.30	786.77		971.52
TOTAL ENERGY COST (BAHT/TON-CEMENT)	362.59	389.53	349.90	361.79	369.50	383.27	331.83	353.37	360.55	336.10	386.20	339.15		362.72
ELECTRICITY : KWHR	55,636,020	58,496,720	59,968,612	60,929,796	57,947,328	62,371,828	54,958,484	47,639,704	61,696,160	60,520,240	61,193,280	59,178,240	700,636,412	57,243,562
: KWh/TON-CEMENT	120.64	122.76	117.64	116.23	115.54	115.37	114.81	113.78	114.68	113.94	114.47	114.68		117.10
: MILLION KCAL	47,838	50,298	51,564	52,390	49,826	53,630	47,256	40,963	53,049	52,038	52,617	50,884	602,353	49,220.59
: BAHT	85,953,734	90,650,467	90,968,353	89,757,349	85,285,646	103,296,476	90,972,676	77,875,023	100,338,296	101,693,790	102,640,882	98,793,156	1,118,225,847	89,344,985.48
: KCAL/Kg-CEMENT	103.74	105.55	101.15	99.94	99.35	99.20	98.72	97.83	98.61	97.97	98.42	98.61		100.68
: BAHT/TON-CEMENT	186.39	190.23	178.45	171.22	170.05	191.08	190.04	186.00	186.51	191.46	192.00	191.45		182.93
COAL : TONS	68,511	81,327	73,578	84,900	86,154	88,174	54,082	55,667	78,493	64,521	89,005	60,986	884,398	73,699.83
: TON-COAL/TON-CEME	0.15	0.17	0.14	0.16	0.17	0.16	0.11	0.13	0.15	0.12	0.17	0.12		0.15
: MILLION KCAL	384,466	455,870	417,119	479,592	481,153	495,807	304,348	314,185	441,599	363,358	503,442	344,503	4,985,442	415,453.50
: BAHT	71,936,550	85,393,350	77,256,900	89,146,000	89,411,700	92,582,700	56,786,100	58,450,350	82,417,650	67,747,050	93,455,250	64,035,300	928,617,900	77,384,825.00
: KCAL/Kg-CEMENT	833.70	956.66	818.25	914.88	959.35	917.14	635.79	750.38	820.86	684.08	941.73	667.59	826.64	825.03
: BAHT/TON-CEMENT	155.99	179.20	151.55	170.05	178.27	171.26	118.63	139.59	153.20	127.55	174.82	124.09	153.97	153.68
HEAVY OIL : LITRE	180,700	226,230	66,900	213,500	222,700	193,200	243,200	390,845	232,630	234,500	171,260	269,270	2,644,835	220,402.92
: LITRE/TON-CEMENT	0.39	0.47	0.13	0.41	0.44	0.36	0.51	0.93	0.43	0.44	0.32	0.52		0.46
: MILLION KCAL	1,575	1,972	583	1,861	1,941	1,684	2,120	3,407	2,027	2,044	1,493	2,347	23,055	1,921.25
: BAHT	722,800	904,920	267,600	854,000	890,800	772,800	972,800	1,563,380	930,120	938,000	685,040	1,077,080	10,579,340	881,611.67
: KCAL/Kg-CEMENT	3.42	4.14	1.14	3.55	3.87	3.12	4.43	8.14	3.77	3.85	2.79	4.55		3.90
: BAHT/TON-CEMENT	1.57	1.90	0.52	1.63	1.78	1.43	2.03	3.73	1.73	1.77	1.28	2.09		1.79
DIESEL OIL : LITRE	1,011,709	955,853	983,462	975,225	958,727	1,024,819	934,605	889,831	862,335	760,494	818,609	882,245	11,057,914	921,492.83
: LITRE/TON-CEMENT	2.19	2.01	1.93	1.86	1.91	1.90	1.95	2.13	1.60	1.43	1.53	1.71		1.85
: MILLION KCAL	9,481	8,957	9,216	9,139	8,984	9,604	8,758	8,339	8,061	7,127	7,671	8,268	103,624	8,635.31
: BAHT	8,599,527	8,669,587	9,873,958	9,898,534	9,731,079	10,545,368	10,112,426	10,072,887	10,279,033	8,144,891	9,675,958	11,107,464.55	116,710,732	9,725,894.32
: KCAL/Kg-CEMENT	20.56	18.80	18.08	17.43	17.91	17.76	18.30	19.91	15.02	13.42	14.35	16.02		17.30
: BAHT/TON-CEMENT	18.65	18.19	19.37	18.88	19.40	19.51	21.12	24.06	19.11	15.33	18.10	21.52		19.44
ความร้อน : MILLION KCAL	386,041	457,842	417,702	481,463	483,094	497,491	306,468	317,592	443,626	365,402	504,935	346,850	5,008,497	417,374.75
: BAHT	72,659,350	86,298,270	77,524,600	89,999,000	90,302,500	93,365,500	57,758,800	60,013,730	83,347,770	68,685,050	94,140,290	65,112,380	939,197,240	78,266,436.67
: KCAL/Kg-CEMENT	837.11	960.80	819.39	918.43	963.22	920.25	640.21	758.49	824.63	687.93	944.52	672.14		828.93
: BAHT/TON-CEMENT	157.56	181.10	152.08	171.68	180.05	172.69	120.66	143.33	154.93	129.31	176.10	126.18		165.47

ตารางที่ ง-2 การใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า 115 KV และ 22 KV ปี 2542-2543 (หลังการปรับปรุง)

YEAR	115 KV		22KV										PLANT TOTAL		
1999-2000	METER NO. 002000		METER NO.013300		METER NO.002190		METER NO.002190		METER NO.002190		TOTAL		(115 KV+22KV)		
MONTH	FACTORY				PASAKRIVER 2.		PASAKRIVER 1.		DORM 3.		22KV				
	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	KWH	BAHT	BAHT/KWH
Jul-99	55,453,520	85,573,934	-	87.85	71,768	148,805.96	102,012	207,158.57	8,720	23,747.27	182,500	379,800	55,636,020	85,953,734	1.545
Aug-99	58,239,280	90,130,721	6,720	18,611.39	101,368	195,948.92	146,712	279,182.31	9,360	26,003.46	257,440	519,746	58,496,720	90,650,467	1.550
Sep-99	59,717,920	90,473,254	-	87.85	97,240	186,445.26	143,772	279,666.59	9,680	26,900.04	250,692	495,100	59,968,612	90,968,354	1.517
Oct-99*	60,675,120	89,258,084	-	87.85	99,408	192,990.31	145,908	280,183.54	9,360	26,003.46	254,676	499,265	60,929,796	89,757,349	1.473
Nov-99	57,703,760	84,801,219	-	87.85	98,864	192,208.36	138,642	269,713.52	8,080	22,417.16	245,586	484,427	57,949,346	85,285,646	1.472
Dec-99	62,153,300	102,807,246	-	87.85	88,872	195,621.20	121,656	269,855.50	8,000	23,665.01	218,528	489,230	62,371,828	103,296,476	1.656
Jan-00	54,762,640	90,493,709	13,280	39,434.71	73,832	171,523.84	97,452	234,550.07	11,280	33,458.43	195,844	478,967	54,958,484	90,972,676	1.655
Feb-00 **	47,477,600	77,470,423	80	185.51	66,400	157,903.52	86,424	219,024.39	9,280	27,486.83	162,184	404,600	47,639,784	77,875,023	1.635
Mar-00	61,696,160	99,879,028	-	87.85	80,496	180,758.78	110,136	246,873.00	10,640	31,547.52	201,272	459,267	61,897,432	100,338,295	1.621
Apr-00	60,520,240	101,230,346	-	87.85	74,272	176,202.72	104,688	254,081.42	10,960	33,072.90	190,920	463,444	60,711,160	101,693,790	1.675
May-00	61,193,280	102,200,597	-	87.85	69,544	167,402.53	99,000	236,320.20	12,080	36,475.24	180,624	440,285	61,373,904	102,640,882	1.672
Jun-00	59,178,240	98,317,539	-	87.85	79,816	184,591.69	110,400	254,219.40	12,160	36,718.26	202,376	475,617	59,380,616	98,793,156	1.664
TOTAL	698,771,060	1,112,636,100	20,080	59,022	1,001,880	2,152,403.09	1,406,802	3,030,828.51	119,600	347,496	2,542,642	5,589,747	701,313,702	1,118,225,848	1.594

ที่มา แผนกไฟฟ้า บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

* เริ่มทำการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2542

** Shut down ประจำปี

ตารางที่ ง-3 การใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า 115 KV ปี 2542-2543 (หลังทำการปรับปรุง)

YEAR	ENERGY				DEMAND			ENERGY CHARGE		DEMAND CHANGE		FT CHANGE		TOTAL COST (EXCLUDE VAT)		VAT	TOTAL COST (INCLUDE VAT)	
1999-2000	PEAK	OFF PEAK	SUNDAY	TOTAL	PEAK	OFF PEAK	SUNDAY				DEMAND INDEX						COST/UNIT	
MONTH	KWH	KWH	KWH	KWH	KW	KW	KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT / KW	BAHT	BAHT	BAHT / KW
Jul-99	22,186,880	22,758,320	10,508,320	55,453,520	115,600	131,520	129,600	55,606,861	1.0026	11,883,680	90.36	18,083,393	0.3261	85,573,934	1.543	5,990,175	91,564,109	1.651
Aug-99	22,096,000	23,367,280	12,776,000	58,239,280	105,040	136,560	137,920	57,248,274	0.9830	10,798,112	77.93	22,084,335	0.3792	90,130,721	1.548	6,309,150	96,439,872	1.656
Sep-99	21,520,080	27,555,680	10,642,160	59,717,920	96,920	135,040	134,400	57,864,842	0.9690	9,963,376	73.78	22,645,035	0.3792	90,473,254	1.515	6,333,128	96,806,381	1.621
Oct-99*	21,213,200	26,300,320	13,161,600	60,675,120	79,440	135,960	138,240	58,083,646	0.9573	8,166,432	59.07	23,008,006	0.3792	89,258,084	1.471	6,248,066	95,506,149	1.574
Nov-99	19,931,600	24,317,920	13,454,240	57,703,760	77,320	134,920	130,680	54,971,458	0.9526	7,948,496	58.91	21,881,266	0.3792	84,801,219	1.470	5,936,085	90,737,305	1.572
Dec-99	21,862,740	27,003,920	13,286,640	62,153,300	79,540	136,000	136,960	59,625,798	0.9593	8,176,712	59.70	35,004,739	0.5632	102,807,246	1.654	7,196,507	110,003,754	1.770
Jan-00	18,685,600	22,570,000	13,507,040	54,762,640	75,160	136,400	135,670	51,924,942	0.9482	7,726,448	56.65	30,842,319	0.5632	90,493,709	1.652	6,334,580	96,828,289	1.768
Feb-00 **	14,256,400	23,650,880	9,370,320	47,477,600	70,600	113,920	113,280	43,473,358	0.9157	7,257,680	63.71	26,739,384	0.5632	77,470,423	1.632	5,422,930	82,893,352	1.746
Mar-00	19,119,600	31,455,600	11,120,960	61,696,160	78,400	143,040	139,840	57,072,231	0.9251	8,059,520	56.34	34,747,277	0.5632	99,879,028	1.619	6,991,532	106,870,560	1.732
Apr-00	18,648,400	29,979,040	11,892,800	60,520,240	79,440	130,880	128,000	55,831,862	0.9225	8,166,432	62.40	37,232,052	0.6152	101,230,346	1.673	7,086,124	108,316,470	1.790
May-00	18,907,040	30,088,880	12,197,360	61,193,280	78,480	142,720	140,800	56,488,747	0.9231	8,087,744	56.53	37,646,106	0.6152	102,200,597	1.670	7,154,042	109,354,639	1.787
Jun-00	17,546,800	28,631,920	12,999,520	59,178,240	77,800	120,000	120,000	53,913,246	0.9110	7,997,840	66.65	36,406,453	0.6152	98,317,539	1.661	6,882,228	105,199,767	1.778
TOTAL	235,974,340	317,879,760	144,916,960	698,771,080				662,103,264		104,212,472		346,320,364		1,112,636,100		77,884,527	1,190,520,627	

ที่มา แผนกไฟฟ้า บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ ตัวอย่าง

* เริ่มทำการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2542

** Shut down ประจำปี

ตารางที่ ง-4 สรุปผลผลิตปูนเม็ด การใช้พลังงานความร้อน และค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน ปี 2542-2543 (หลังการปรับปรุง)

เดือน 2542-2543	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (Million Kcal)	ผลผลิตปูนเม็ด (Ton Clinker)	ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน (Baht)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (Baht / Million Kcal)	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด (Baht / Ton Clinker)	อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อผลผลิตปูนเม็ด (Kcal / Kg Clinker)
ก.ค. 42	386,041	526,933	72,659,350	188.22	137.89	732.62
ส.ค. 42	457,842	623,731	86,298,270	188.49	138.36	734.04
ก.ย. 42	417,702	569,933	77,524,500	185.60	136.02	732.90
ต.ค. 42*	481,453	657,943	89,999,000	186.93	136.79	731.76
พ.ย. 42	483,094	661,800	90,302,500	186.93	136.45	729.97
ธ.ค. 42	497,491	681,106	93,355,500	187.65	137.06	730.42
ม.ค. 43	306,468	419,602	57,758,900	188.47	137.65	730.38
ก.พ. 43**	317,592	434,994	60,013,730	188.96	137.96	730.11
มี.ค. 43	443,626	608,010	83,347,770	187.88	137.08	729.64
เม.ย. 43	365,402	500,633	68,685,050	187.97	137.20	729.88
พ.ค. 43	504,935	692,404	94,140,290	186.44	135.96	729.25
มิ.ย. 43	351,209	481,266	65,112,380	185.40	135.29	729.76
ผลรวม	5,012,855	6,858,355	939,197,240			

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

* เริ่มทำการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2542

** Shut down ประจำปี

ตารางที่ ง-5 สรุปผลผลิตปูนซีเมนต์ การใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้า ปี 2542-2543 (หลังทำการปรับปรุง)

เดือน 2542-2543	ผลผลิตปูนซีเมนต์ Ton Cement	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า Kwh	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า 115 KV Baht	ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด 115KV Baht	ค่าไฟฟ้า 22 KV Baht	รวมค่าไฟฟ้า (ไม่รวมค่า FT และ VAT) Baht	อัตราค่าไฟฟ้าต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า Baht / Kwh	อัตราค่าไฟฟ้าต่อผลผลิตปูนซีเมนต์ Baht / Ton Cement	อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อผลผลิตปูนซีเมนต์ (Kwh / Ton Cement)
ก.ค. 42	461,159	55,636,020	55,606,861	11,883,680	379,800	67,870,341	1.220	147.17	120.64
ส.ค. 42	476,521	58,496,720	57,248,274	10,798,112	519,746	68,566,132	1.172	143.89	122.76
ก.ย. 42	509,770	59,968,612	57,864,842	9,963,376	495,100	68,323,318	1.139	134.03	117.64
ต.ค. 42*	524,215	60,929,796	58,083,646	8,166,432	499,265	66,749,343	1.096	127.33	116.23
พ.ย. 42	501,539	57,949,328	54,971,458	7,948,496	484,427	63,404,380	1.094	126.42	115.54
ธ.ค. 42	540,603	62,371,828	59,625,796	8,176,712	489,230	68,291,737	1.095	126.33	115.37
ม.ค. 43	478,696	54,958,484	51,924,942	7,726,448	478,967	60,130,357	1.094	125.61	114.81
ก.พ. 43**	418,714	47,639,704	43,473,358	7,257,680	404,600	51,135,639	1.073	122.13	113.78
มี.ค. 43	537,970	61,696,160	57,072,231	8,059,520	459,267	65,591,018	1.063	121.92	114.68
เม.ย. 43	531,161	60,520,240	55,831,862	8,166,432	463,444	64,461,738	1.065	121.36	113.94
พ.ค. 43	534,592	61,193,280	56,486,747	8,067,744	440,285	64,994,776	1.062	121.58	114.47
มิ.ย. 43	516,037	59,178,240	53,913,246	7,997,840	475,617	62,386,703	1.054	120.90	114.68
ผลรวม	6,030,977	700,538,412	662,103,264	104,212,472	5,589,747	771,905,483			

ที่มา แผนกไฟฟ้า บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

* เริ่มทำการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2542

** Shut down ประจำปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-6 ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้หลังจากทำการปรับปรุง

เดือน 2542-2543	ผลผลิตปูนซีเมนต์ Ton Cement	อัตราค่าไฟฟ้า ก่อนการปรับปรุง Baht / Ton Cement	คิดเป็นค่าใช้จ่ายได้ Baht	ค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง Baht	คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง Baht
ต.ค. 42*	524,215	165.96	86,998,721	66,749,343	20,249,378
พ.ย. 42	501,539	165.96	83,235,412	63,404,380	19,831,032
ธ.ค. 42	540,603	165.96	89,718,474	68,291,737	21,426,736
ม.ค. 43	478,696	165.96	79,444,388	60,130,357	19,314,031
ก.พ. 43**	418,714	165.96	69,489,775	51,135,639	18,354,137
มี.ค. 43	537,970	165.96	89,281,501	65,591,018	23,690,483
เม.ย. 43	531,161	165.96	88,151,480	64,461,738	23,689,741
พ.ค. 43	534,592	165.96	88,720,888	64,994,776	23,726,112
มิ.ย. 43	516,037	165.96	85,641,501	62,386,703	23,254,797
ผลรวม	4,583,527		760,682,141	567,145,692	193,536,449

ที่มา แผนกไฟฟ้า บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

* เริ่มทำการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2542

** Shut down ประจำปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-7 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนที่ประหยัดได้หลังจากทำการปรับปรุง

เดือน 2542-2543	ผลผลิตปูนเม็ด Ton Clinker	อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนก่อนการปรับปรุง Baht / Ton Clinker	คิดเป็นค่าใช้จ่ายได้ Baht	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น Baht	คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง Baht
ต.ค. 42*	657,943	141.54	93,125,206	89,999,000	3,126,206
พ.ย. 42	661,800	141.54	93,671,171	90,302,500	3,368,671
ธ.ค. 42	681,106	141.54	96,403,680	93,355,500	3,048,180
ม.ค. 43	419,602	141.54	59,390,467	57,758,900	1,631,567
ก.พ. 43**	434,994	141.54	61,569,008	60,013,730	1,555,278
มี.ค. 43	608,010	141.54	86,057,669	83,347,770	2,709,899
เม.ย. 43	500,633	141.54	70,859,613	68,685,050	2,174,563
พ.ค. 43	692,404	141.54	98,002,932	94,140,290	3,862,642
มิ.ย. 43	481,266	141.54	68,118,426	65,112,380	3,006,046
ผลรวม	5,137,757		727,198,171	702,715,120	24,483,051

ที่มา ฝ่ายผลิต บริษัท ผลิตปูนซีเมนต์ตัวอย่าง

* เริ่มทำการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2542

** Shut down ประจำปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง

ผลผลิตปูนซีเมนต์หลังการปรับปรุง = 4,583,527 Ton

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 527,212,350 Kwh

ค่าไฟฟ้า(ไม่รวมค่า FTและVAT) = 567,145,692 Baht

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ = $\frac{567,145,692}{4,583,527}$

= 123.73 Baht/Ton Cement

ค่าไฟฟ้าต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้า = $\frac{567,145,692}{527,212,350}$

= 1.076 Baht /Kwh

จากมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 115.00 Kwh/ Ton Cement

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานไฟฟ้า = 115 X 1.076 = 123.74 Baht/Ton Cement

ดังนั้น เปอร์เซ็นต์อัตราค่าไฟฟ้าที่ลดลง = $\frac{(123.74-123.73)X100}{123.74}$ = 0.0081%

คิดเป็นค่าใช้จ่ายได้ = (123.74-123.73) X 4,583,527

= 45,835 Baht

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนหลังการปรับปรุง

ผลผลิตปูนเม็ดหลังการปรับปรุง = 5,137,757 Ton Clinker

ปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ = 3,751,270 Million Kcal

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน = 702,715,120 Baht

อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด = $\frac{702,715,120}{5,137,757}$

= 136.77 Baht/Ton Clinker

ค่าใช้จ่ายต่อพลังงานความร้อน = $\frac{702,715,120}{3,751,270}$

= 187.33 Baht /Million Kcal

จากมาตรฐานการใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ 730 Kcal / Kg clinker

ค่าใช้จ่ายประมาณการณ์ตามมาตรฐานพลังงานความร้อน = 730 X 187.33 = 136.75 Baht/Ton Clinker

ดังนั้น เปอร์เซนต์อัตราค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้น = $\frac{(136.77-136.75)X100}{136.77}$

= 0.015 %

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ = (136.77-136.75) X 5,137,757

= 102,755 Baht

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทำการเปรียบเทียบสมรรถภาพพลังงานของกระบวนการผลิต หลังทำการปรับปรุง

สมรรถภาพของกระบวนการผลิตเกิดจากผลรวมของสมรรถภาพของหน่วยผลิตต่าง ๆ และสมรรถภาพพลังงานของกระบวนการผลิตนี้จะเป็นการเปรียบเทียบการใช้พลังงานเพื่อที่จะได้ทราบว่าได้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้นหรือยัง ซึ่งสมรรถภาพพลังงาน หลังทำการปรับปรุงเปรียบเทียบกับปี 2540 สามารถหาได้ดังต่อไปนี้

สมรรถภาพพลังงานความร้อนหลังทำการปรับปรุงเทียบกับ ปี 2540

1. สมรรถภาพพลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตปูนเม็ดหลังทำการปรับปรุง

$$\text{ตัวประกอบผลผลิต} = \frac{\text{ผลผลิตปูนเม็ดหลังทำการปรับปรุง}}{\text{ผลผลิตปูนเม็ดในปี 2540}}$$

$$= \frac{5,137,757}{5,032,058} = 1.021$$

$$\text{การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2540} = \text{พลังงานความร้อนปี 2540} \times \text{ตัวประกอบผลผลิต}$$

$$= 3,734,257 \times 1.021 = 3,812,695$$

$$\text{สมรรถภาพพลังงาน} = \frac{(\text{การใช้พลังงานความร้อนเทียบปี 2540} - \text{พลังงานความร้อนหลังการปรับปรุง}) \times 100}{\text{การใช้พลังงานความร้อนเทียบที่ปี 2540}}$$

$$= \frac{(3,812,695 - 3,751,270) \times 100}{3,812,695}$$

สมรรถภาพพลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตปูนเม็ดหลังการปรับปรุง = 1.61%

2. สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ หลังการปรับปรุง

ตัวประกอบผลผลิต = ผลผลิตปูนซีเมนต์หลังการปรับปรุง / ผลผลิตปูนซีเมนต์ในปี 2540

= 4,583,527 / 5,221,152 = 0.877

การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2540 = พลังงานไฟฟ้าปี 2540 X ตัวประกอบผลผลิต

= 623,048,887 X 0.877 = 546,960,039

สมรรถภาพพลังงาน = (การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2540 – การใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง) X 100 / การใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบที่ปี 2540

= (546,960,039 – 526,437,060) X 100 / 546,960,039

สมรรถภาพพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์หลังการปรับปรุง = 3.75 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายเอกสิทธิ สุวรรณศรี เกิดวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2515 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2536 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2540 ปัจจุบันประกอบอาชีพวิศวกรฝ่ายผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย