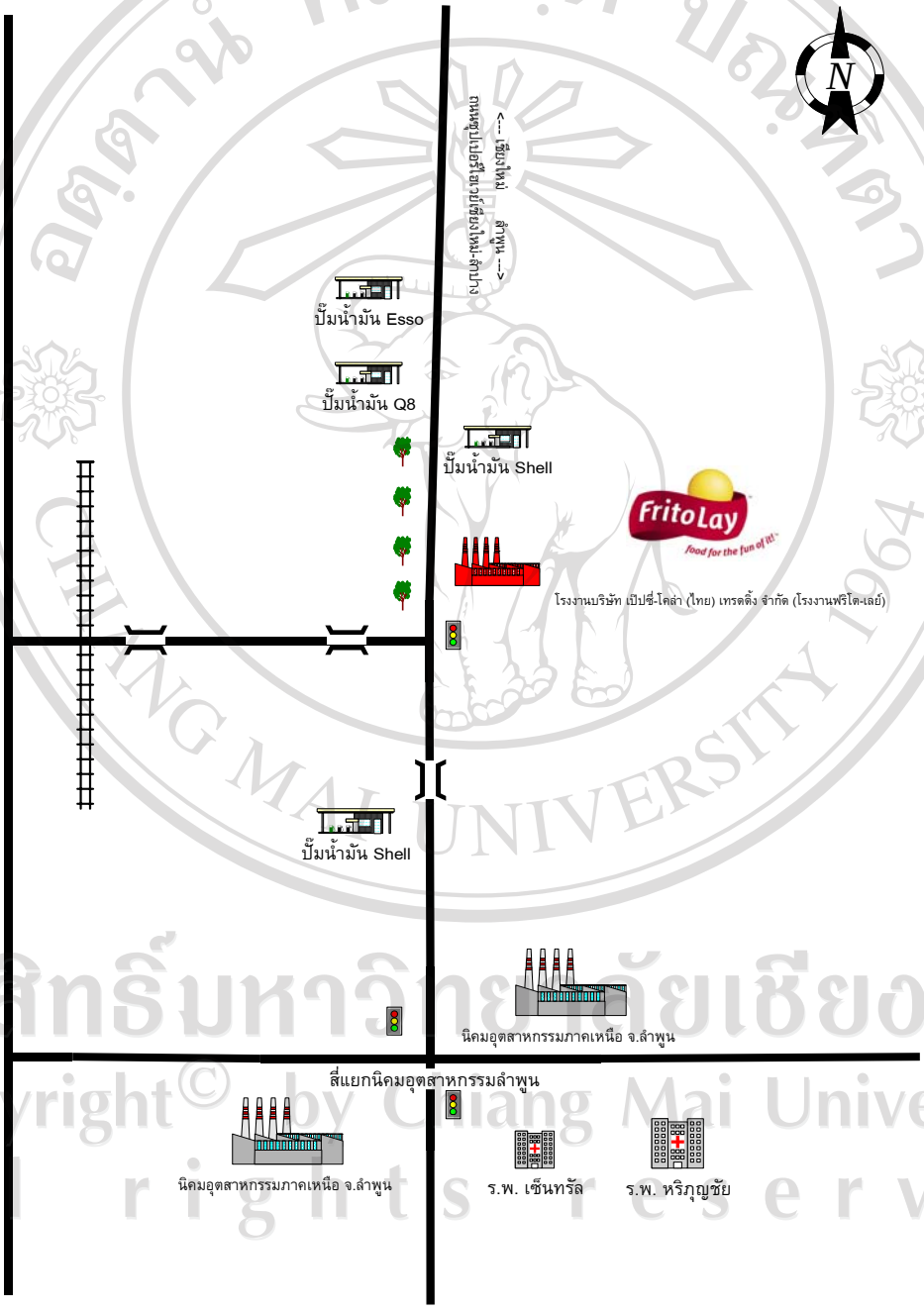
ภาคผนวก

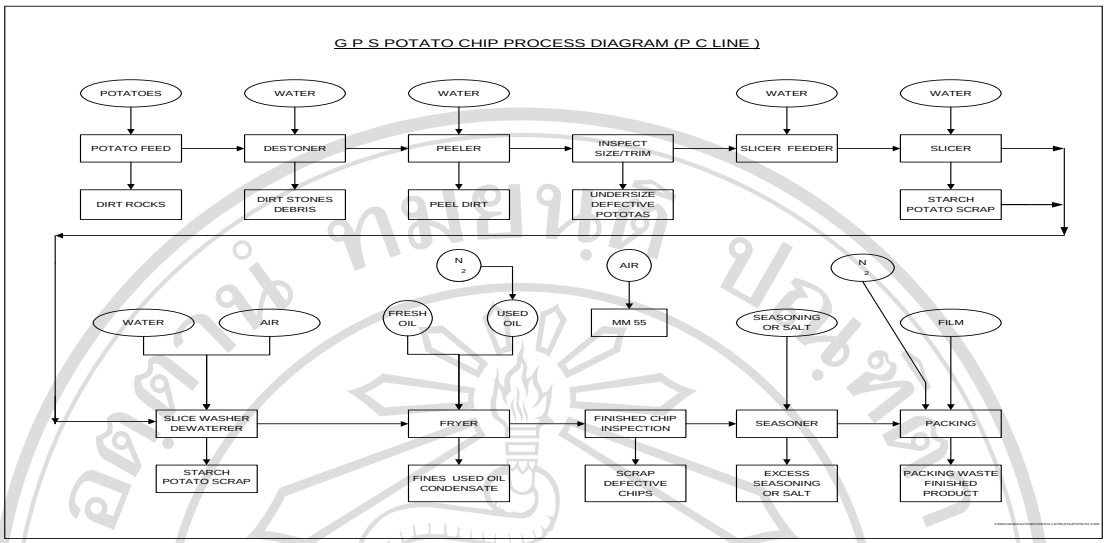
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก
ข้อมูลเพิ่มเติมโรงงานฟริโต-เลย์ (ประเทศไทย)

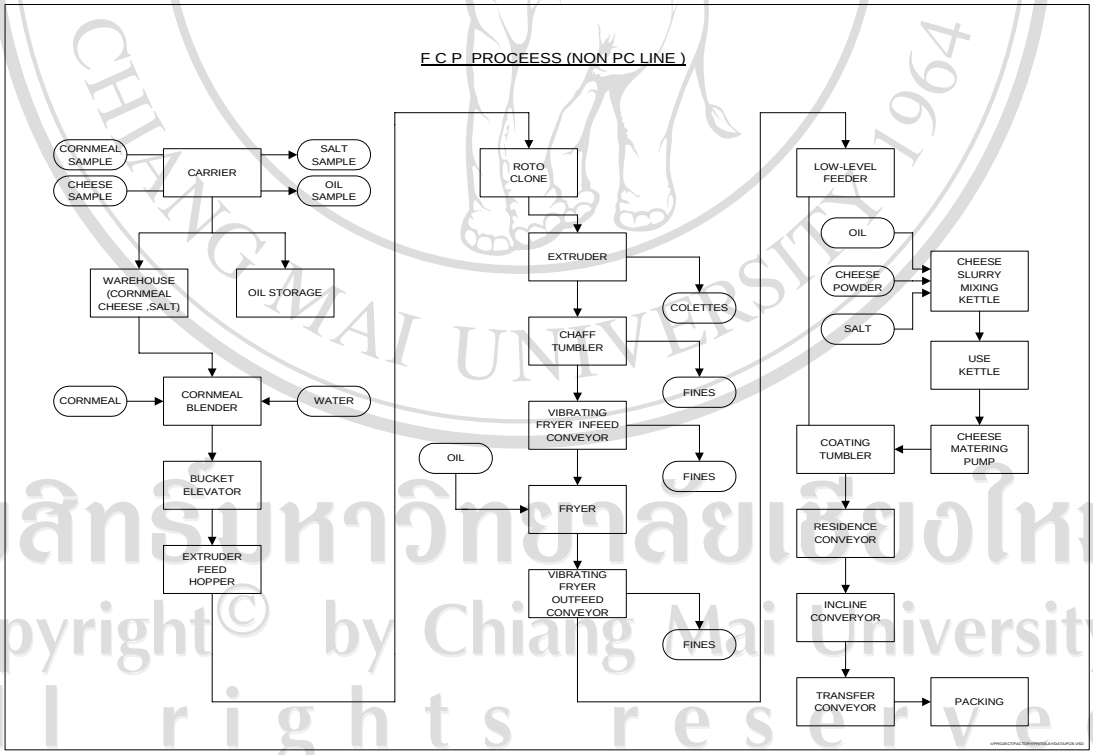


รูปผนวกที่ 1 แผนที่ตั้งโรงงานฟริโต-เลย์ (ประเทศไทย)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

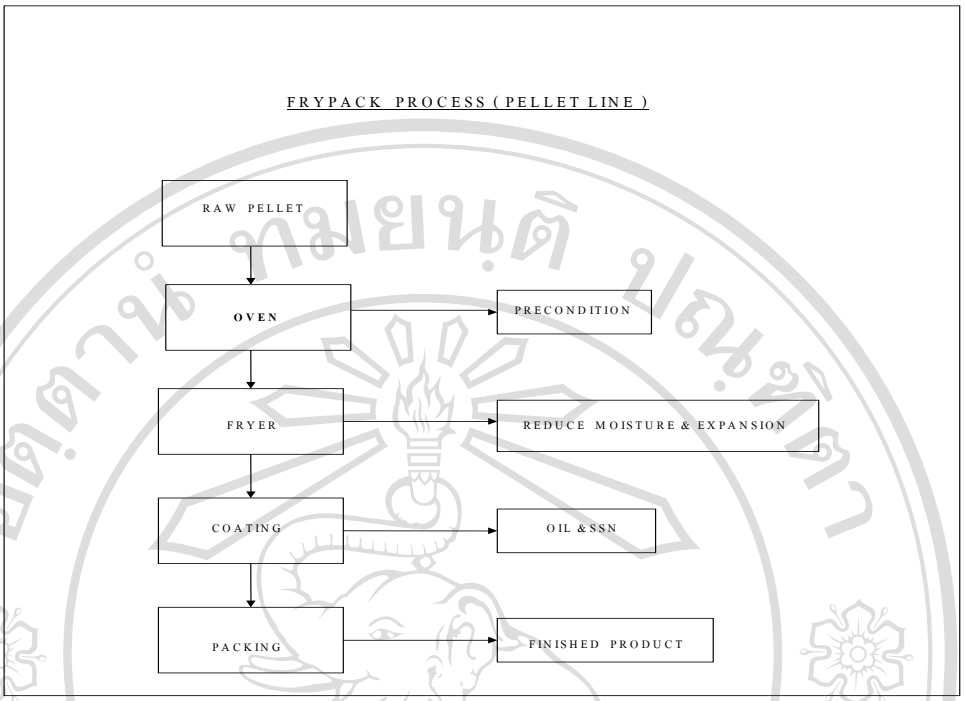


รูปผนวกที่ 2 ขั้นตอนการผลิตมันฝรั่งทอดกรอบโดยละเอียด

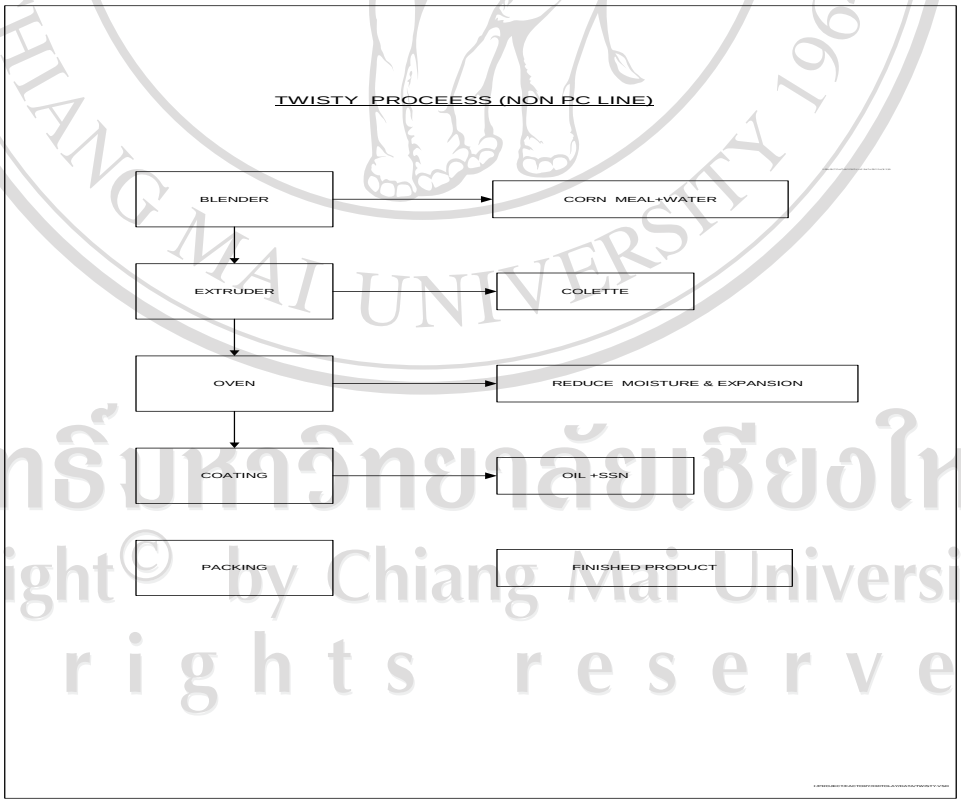


รูปผนวกที่ 3 ขั้นตอนการผลิตข้าวทอดกรอบชีโตสโดยละเอียด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปผนวกที่ 4 ขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบทอดกรอบตะวันโดยละเอียด



รูปผนวกที่ 5 ขั้นตอนการผลิตข้าวโพดอบกรอบชีโตสโดยละเอียด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวกที่ 1 การใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงต่อหน่วยผลผลิตก่อนดำเนินโครงการฯ ในรอบ 1 ปี

เดือน	ปริมาณผลผลิต (kg)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	พลังงานความร้อน (MJ)	SEC (MJ/kg)	
				ไฟฟ้า	ความร้อน
Jun-05	1,673,637.16	998,300	17,825,077	2.147	10.651
Jul-05	1,720,962.00	1,003,440	11,573,903	2.099	6.725
Aug-05	1,635,633.74	998,280	11,623,154	2.197	7.106
Sep-05	1,176,203.13	777,180	8,616,530	2.379	7.326
Oct-05	1,430,374.00	886,920	11,478,389	2.232	8.025
Nov-05	1,724,776.00	969,660	13,265,997	2.024	7.691
Dec-05	1,402,804.46	783,960	11,927,827	2.012	8.503
Jan-06	2,086,873.54	975,780	15,019,707	1.683	7.197
Feb-06	2,255,483.54	1,025,700	16,035,270	1.637	7.109
Mar-06	2,145,835.68	1,103,340	16,202,385	1.851	7.551
Apr-06	1,737,415.94	1,001,280	13,529,258	2.075	7.787
May-06	2,178,837.48	1,093,980	14,753,088	1.808	6.771
ค่าเฉลี่ย	**1,764,069.72**	**968,151.67**	**13,487,548.94**	**2.01**	**7.70**
รวม	**21,168,836.67**	**11,617,820.00**	**161,850,587.31**		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ประกาศภายในโรงงานฟริโต-เลย์ (ประเทศไทย)

PEPSICO INTERNATIONAL

ReCon

ประกาศ
ที่ 010/2549

เรื่อง นโยบาย การจัดการอนุรักษ์ทรัพยากรและพลังงาน

บริษัท เป๊ปซี่-โคล่า(ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด ได้นำระบบการจัดการ **"การอนุรักษ์ทรัพยากร" (Resource Conservation = รีคอน)** มาใช้ภายในบริษัทฯ ในปี พ.ศ. 2549 เนื่องจากเห็นว่าทรัพยากรที่มีอยู่มีคุณค่าและกำลังจะหมดไปในอนาคต จึงต้องมีการบริหารการใช้อย่างเหมาะสมและจริงจัง และเป็นหน้าที่ของทุกคนต้องร่วมกันอนุรักษ์ และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ **รีคอน** บริษัทฯได้ตัดสินใจนำหลักการและเข้าร่วมโครงการ **"การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมโดยโรงงานควบคุม"** ภายใต้การสนับสนุนของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เพื่อนำมาตรการการจัดการด้านพลังงาน และส่งเสริมการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้น บริษัทฯจึงกำหนดนโยบายด้านพลังงานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์ทรัพยากรและพลังงาน ดังนี้

(1) บริษัทฯ จะดำเนินการและพัฒนาระบบการจัดการพลังงานอย่างเหมาะสม โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานของบริษัทฯ สอดคล้องกับกฎหมายและข้อกำหนดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

(2) บริษัทฯ จะดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานขององค์กรอย่างต่อเนื่อง เหมาะสมกับอุตสาหกรรม เทคโนโลยีที่ติดตั้ง และแนวทางการปฏิบัติงานที่ดี (Best Practices) เพื่อลดความสูญเปล่าด้านพลังงานในโรงงานให้ต่ำที่สุด

(3) บริษัทฯ จะกำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานในแต่ละปี และสื่อสารให้พนักงานทุกคนเข้าใจและปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

(4) บริษัทฯ ถือว่าการอนุรักษ์พลังงานเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้บริหารและพนักงานของบริษัทฯทุกระดับที่จะให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามมาตรการที่กำหนด ติดตามตรวจสอบ และรายงานต่อคณะกรรมการพลังงาน

(5) บริษัทฯ จะให้การสนับสนุนที่จำเป็น รวมถึง ทรัพยากรด้านบุคลากร ด้านงบประมาณ เวลาในการทำงาน การฝึกอบรม และการมีส่วนร่วมในการนำเสนอข้อคิดเห็นเพื่อพัฒนางานด้านพลังงาน

(6) บริษัทฯ โดยคณะกรรมการฝ่ายบริหาร (Management Committee) จะทบทวนและปรับปรุงนโยบาย เป้าหมาย และแผนการดำเนินงานด้านพลังงานทุกปี

จึงประกาศมาเพื่อให้ทราบโดยทั่วกัน

ประกาศ ณ วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2549

(นางสาวพัชชุดา สาตราภัย)
ผู้อำนวยการแผนกทรัพยากรบุคคลและฝ่ายการบรรษัท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปผนวกที่ 6 การแต่งตั้งคณะกรรมการอนุรักษ์ทรัพยากรและพลังงาน

PEPSICO INTERNATIONAL

ReCon

ประกาศ
ที่ 011/2549

เรื่อง การแต่งตั้งผู้จัดการพลังงาน
และ คณะทำงานอนุรักษ์ทรัพยากรและพลังงาน

ตามที่ บริษัท ฯ ได้มีระบบการจัดการ **"การอนุรักษ์ทรัพยากร" (Resource Conservation = รีคอน)** และได้เข้าร่วมโครงการ **"การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมโดยโรงงานควบคุม"** เพื่อจัดทำระบบมาตรฐานการจัดการทรัพยากรและพลังงาน โดยเน้นการมีส่วนร่วมของพนักงานในองค์กร เพื่อนำไปสู่การอนุรักษ์ทรัพยากรและพลังงานอย่างเป็นระบบและยั่งยืนต่อไป นั้น

บริษัท ฯ จึงขอแต่งตั้ง ที่ปรึกษา ผู้จัดการพลังงาน และคณะกรรมการทำงานอนุรักษ์ทรัพยากรและพลังงาน โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. นายธานี ตระกูลอินทร์ เป็น ประธานที่ปรึกษา
2. นางจันทนี เทียนวิจิตร เป็น ที่ปรึกษา
3. นายสาโรช ไหวเคลื่อน เป็น ที่ปรึกษา
4. นายกฤษณะ ไพรคงคาธรรม เป็น ผู้จัดการพลังงาน (Energy Manager)

และคณะกรรมการทำงานอนุรักษ์ทรัพยากรและพลังงาน จำนวน 14 คน ดังนี้คือ

1. นายอนุวรรต แสนใจ
2. นายโกมล สมบูรณ์เหลือ
3. นายกฤษฎา ปัญญามูล
4. นายสุชาติ พุฒิชัยชาญฤทธิ์
5. น.ส.วัฒนาพร มูลทรัพย์
6. นายชาญชัยพงษ์ สุรินทร์รัตน์
7. นายอรรถวัต สุวภาพ
8. นางประภาสินี ยะยอด
9. นางจินตนา ปฐมเนติกุล
10. นายวรพันธ์ แสนวิชัย
11. น.ส.วรัชยา อุปโรจน์
12. น.ส.เกศนี ไชยแว่น
13. นางเรณู อินทจักร์
14. นายอนุรักษ์ พูลสวัสดิ์
15. นายกิติศักดิ์ มหาชัย

ทั้งนี้ตั้งแต่วันที่ 7 สิงหาคม 2549 เป็นต้นไป

จึงประกาศมาเพื่อให้ทราบโดยทั่วกัน

ประกาศ ณ วันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ. 2549

(นางสาวพัชชุดา สาตราภัย)
ผู้อำนวยการแผนกทรัพยากรบุคคลและฝ่ายการบรรษัท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปผนวกที่ 7 นโยบายการจัดการอนุรักษ์ทรัพยากรและพลังงาน

ภาคผนวก ค

การคำนวณค่าไฟฟ้า

1. อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate: TOD)

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)			ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)
	Peak	Partial	Off Peak	
1. แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	224.30	29.91	0	1.6660
2. แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	285.05	58.88	0	1.7034
3. แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	332.71	68.22	0	1.7314
Peak : เวลา 18.30 - 21.30 น. ของทุกวัน				
Partial : เวลา 08.00 - 18.30 น. ของทุกวัน (ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า คิดเฉพาะส่วนที่เกิน Peak)				
Off Peak : เวลา 21.30 - 08.00 น. ของทุกวัน				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU)

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า		ค่าบริการ
	(บาท / กิโลวัตต์)	(บาท /หน่วย)		(บาท / เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
1. แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	74.14	2.6136	1.1726	228.17
2. แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	132.93	2.6950	1.1914	228.17
3. แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	2.8408	1.2246	228.17
Peak :วันจันทร์ - ศุกร์ 09.00 - 22.00 น				
Off Peak : วันจันทร์ - ศุกร์ 22.00 - 09.00 น. และวันเสาร์ วันอาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย) ทั้งวัน				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การใช้อัตรา TOD และ TOU ในลักษณะที่เป็นอัตราเลือก และอัตราบังคับ

ลักษณะการใช้ไฟฟ้า	ประเภทอัตราค่าไฟฟ้า	รูปแบบอัตราค่าไฟฟ้า
1. ไม่ถึง 30 กว.	บ้านอยู่อาศัย (10) กิจการขนาดเล็ก (20)	- คิดเฉพาะด้านหน่วย ตามช่วงการใช้ไฟฟ้าในลักษณะอัตราก้าวหน้าโดยมี TOU เป็นอัตราเลือก
2. ตั้งแต่ 30 แต่ไม่ถึง1,000 กว.และหน่วยเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วย	กิจการขนาดกลาง(30)	- รายเดิมประเภท 30: ก่อน ต.ค. 2543 อัตราปกติโดยมี TOU เป็นอัตราเลือก - รายเดิมประเภท 20 ที่ใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถึง 30 กว.หลัง ต.ค. 2543 : บังคับใช้ TOU - รายใหม่ หลัง ต.ค. 2543: บังคับใช้ TOU
3. ตั้งแต่ 1,000 กว. ขึ้นไป หรือหน่วยเฉลี่ย 3 เดือน เกิน 250,000 หน่วย	กิจการขนาดใหญ่ (40)	- TOD เดิม : อัตรา TOD ต่อไป โดยมี TOU เป็นอัตราเลือก - รายเดิมประเภท 30 ที่ใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถึง 1,000 กว. หรือหน่วยเฉลี่ย 3 เดือน 250,000 หน่วย หลัง ต.ค. 2543 : บังคับใช้ TOU - รายใหม่ หลัง ต.ค. 2543 : บังคับใช้ TOU
4. โรงแรม กิจการพักอาศัยให้เช่า ตั้งแต่ 30 กว. ขั้นไป	กิจการเฉพาะอย่าง(50)	- บังคับใช้ TOU ทุกราย
5. หน่วยราชการหน่วยเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วย	ส่วนราชการฯ (60)	- คิดเฉพาะด้านหน่วย ตามช่วงการใช้ไฟฟ้าในลักษณะอัตราก้าวหน้า โดยมี TOU เป็นอัตราเลือก
6. เครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของราชการ	สูบน้ำเพื่อการเกษตร(70)	- คิดเฉพาะด้านหน่วย ตามช่วงการใช้ไฟฟ้าในลักษณะอัตราก้าวหน้า โดยมี TOU เป็นอัตราเลือก

หมายเหตุ : การเลือกใช้อัตรา TOU เมื่อเลือกแล้วไม่สามารถกลับไปใช้อัตราประเภทเดิมได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (P.F.)

กฟภ. จะเรียกเก็บค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (P.F.) กับผู้ใช้ไฟฟ้า ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ และประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง โดยจะคิดค่า P.F. จากค่ากิโลวาร์สูงสุดเฉพาะในส่วนที่เกินจากร้อยละ 61.97 ของค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท (เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์)

5. ค่า Ft.

ค่า Ft คือ ค่าความผันแปรที่ปรับเพิ่มขึ้น หรือ ลดลง ตามภาวะต้นทุนการผลิต การส่งและการจำหน่ายที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของการไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปจากต้นทุนที่กำหนดไว้ในค่าไฟฟ้าพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ อัตราเงินเฟ้อ และหน่วยจำหน่ายที่เปลี่ยนแปลงไปจากที่ประมาณการไว้ในการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าฐาน จะคิดกับผู้ใช้ไฟฟ้าทุกประเภทในอัตราเท่ากันทุกหน่วย ค่า Ft โดยปกติจะมีการเปลี่ยนแปลงทุก 4 เดือนเพื่อไม่ให้ค่าไฟฟ้าผันผวนมากเกินไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง
มาตราการลดการใช้พลังงานในโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม

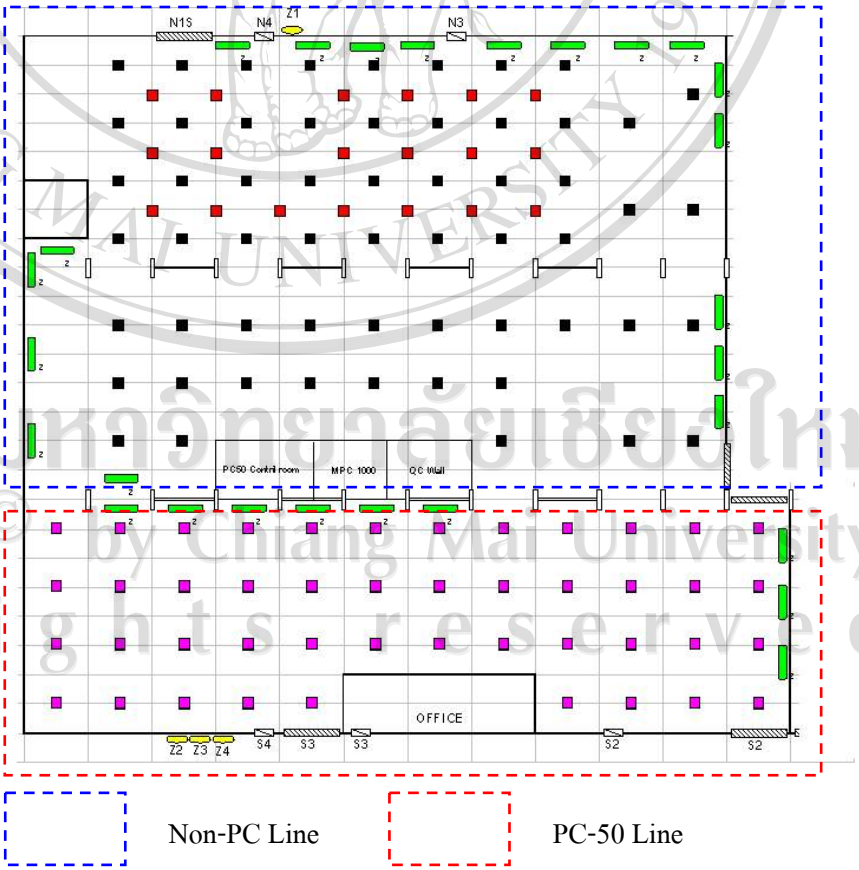
ผนวก ง.1 มาตรการการติดตั้งอุปกรณ์ปรับลดแรงดันไฟฟ้า (EMU) ในระบบแสงสว่าง

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ภายในส่วนผลิตของโรงงานได้รับแสงสว่างส่วนใหญ่มาจากหลอดไฟประเภท H.I.D. Lamp โดยพื้นที่ ที่จะทำการปรับปรุงมีอยู่ 2 ส่วน บริเวณ Non-PC Line และ PC-50 Line เวลาการใช้งานจะอยู่ที่ประมาณ 24 ช.ม. /วัน , 350 วัน/ปี

ผังการทำงาน (Flow Chart Diagram)

รูปผนวกที่ 8 แสดงตำแหน่งของโคมไฟในอาคารผลิต โดยจุดสี่เหลี่ยมสีแดง สีดำและสีม่วงเป็นโคมไฟเมทัลฮาไลย์ขนาด 250 วัตต์และสี่เหลี่ยมสีเขียวเป็นหลอดไฟฟูออเรดเซนขนาด 36 วัตต์



รูปผนวกที่ 8 ตำแหน่งโคมไฟในอาคารผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

เนื่องจากหลอดประเภทนี้จะกินกำลังไฟฟ้าค่อนข้างมากและจากการตรวจวัดระดับแรงดันไฟฟ้าพบว่ามีค่าประมาณ 230 โวลต์ โดยที่พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เป็นผลคูณของแรงดันไฟฟ้า (โวลต์, V) และกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์, A) ดังนั้นทางโรงงานจึงมีแนวคิดที่จะลดการใช้พลังงานโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดแรงดันไฟฟ้าซึ่งหลังจากติดตั้งแรงดันที่จ่ายให้กับหลอดจะอยู่ที่ประมาณ 208 โวลต์

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

1. ตรวจวัดจำนวนหลอดไฟ และวัดกำลังไฟฟ้าในบริเวณที่จะปรับปรุง
2. วัดค่าความสว่างก่อนปรับปรุง
3. หลังจากติดตั้งอุปกรณ์เสร็จแล้วให้วัดกำลังไฟฟ้า
4. วัดค่าความสว่างหลังปรับปรุงโดยเปรียบเทียบกับก่อนปรับปรุง
5. คำนวณผลประหยัด

สภาพหลังปรับปรุง

รูปผนวกที่ 9 เครื่องอีเอ็มยูควบคุมแรงดันไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลังปรับปรุง

ระยะเวลาดำเนินการ	3	เดือน (ก.ย. – พ.ย. 2549)		
เงินลงทุน	46,800.00	บาท		
ผลประหยัดที่ได้	115,630.20	บาท	0.0034	ktoe
ระยะเวลาคืนทุน	0.4	ปี		

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางผนวกที่ 2 แสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าในระบบแสงสว่างอาคารผลิต

พื้นที่	แรงดัน (โวลต์)	กระแส (แอมป์)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	P.F.
ก่อนปรับปรุง				
Non-PC	227	20.8	3.85	0.81
	230	22.8	4.12	0.79
	231	16.1	4.46	0.74
PC-50	230	24	4.52	0.82
	228	21.5	4.18	0.86
	230	14.5	3.06	0.92
		รวม	24.19	วัตต์
หลังปรับปรุง				
Non-PC	228	19.9	3.61	0.8
	230	18.8	3.44	0.8
	234	21.2	3.7	0.75
PC-50	234	11.2	2.44	0.93
	230	17.1	3.4	0.86
	233	13.8	2.77	0.87
		รวม	19.36	วัตต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นสามารถประหยัดกำลังไฟฟ้าได้ = 4.83 kW

เวลาใช้งานแสงสว่าง 24 ช.ม./วัน 350 วัน/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 4.83 x 24 x 350 kWh/ปี

= 40,572 kWh/ปี

พลังงาน 1 ktoe เทียบเท่ากับพลังงานไฟฟ้า 11,740,000 kWh

$$\text{พลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบที่ประหยัดได้} = \frac{40{,}572 \text{ kWh/ปี}}{11{,}740{,}000 \text{ ktoe/ปี}}$$

= 0.0035 ktoe/ปี

ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้ามรค่าเท่ากับ 2.85 บาท/kWh (รวม Vat. + Peak Demand)

ดังนั้นค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 40,572 x 2.85 บาท/ปี

= 115,630 บาท/ปี

เงินลงทุน = 46,800 บาท

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{46{,}800}{115{,}630} \text{ ปี}$$

= 0.4 ปี หรือ ประมาณ 4.8 เดือน

ภาคผนวก ง.2 มาตรการการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานมีการใช้งานเครื่องอัดอากาศแบบสกรูระบายความร้อนด้วยอากาศเพื่อใช้งานในเครื่องควบคุมด้วยอากาศ (Pneumatic System) โดยแยกเป็นในส่วนของ Main Line ซึ่งประกอบด้วย ขนาด 90 kW จำนวน 2 เครื่อง (Atlas Copco GA90 No.1 และ 2) และขนาด 37 kW จำนวน 1 เครื่อง (Atlas Copco GA37 No.3) รวม 3 เครื่อง และในส่วนของ Pellet Line ซึ่งประกอบด้วย ขนาด 30 kW แบบปรับความเร็วรอบได้ จำนวน 1 เครื่อง (Atlas Copco GA90 VSD)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัญหาของอุปกรณ์และระบบก่อนปรับปรุง

ทางโรงงานได้ตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องอัดอากาศ (Atlas Copco GA90 No.1 และ 2) ทั้ง 2 ชุด พบว่าอุณหภูมิอากาศทางด้านดูดเข้าคอมเพรสเซอร์มีอุณหภูมิที่สูงมาก (ตรวจวัดจริงได้ 53.6°C) เนื่องจากบริเวณปากกระบอกดูดอากาศอยู่ใกล้กับตัวมอเตอร์และชุดระบายความร้อนของน้ำมันค่อนข้างมาก ทำให้เครื่องอัดอากาศต้องใช้กำลังในการอัดที่สูงขึ้นและสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยรวมในระหว่างการใช้งาน

รูปผนวกที่ 10 เครื่องอัดอากาศแบบสกรู

รูปผนวกที่ 11 การวัดค่าอุณหภูมิอากาศ

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

1. ดำเนินการติดตั้งระบบท่อเพื่อดึงอากาศจากรอบๆตัวเครื่องที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าภายในเครื่อง (ตรวจวัดได้ประมาณ 36.6°C) และจ่ายเข้าโดยตรงทางปากกระบอกดูดอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ โดยการติดตั้งให้ดำเนินการโดยผู้รับเหมา
2. ตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้และสัดส่วนการทำงาน (%Onload) ของเครื่องอัดอากาศทั้ง 2 ชุด (ก่อนปรับปรุง) เพื่อใช้ในการคำนวณผลการประหยัดที่ได้รับจากมาตรการ
3. วิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สภาพหลังปรับปรุง

ระยะเวลาดำเนินการ	2	เดือน (ส.ค. - ก.ย. 2549)	
เงินลงทุน	13,000	บาท	
ผลประหยัดที่ได้	145,279	บาท/ปี	0.0043 ktoe/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.09	ปี หรือ ประมาณ 1.08 เดือน	

รูปผนวกที่ 12 ลักษณะการต่อท่อลมเพื่อดึงอากาศที่เย็นกว่าเข้าเครื่องอัดอากาศ

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

กำลังไฟฟ้าของเครื่อง GA90 No.1	=	86.6	kW
%Onload	=	100	%
กำลังไฟฟ้าของเครื่อง GA90 No.2	=	84.6	kW
%Onload	=	60	%
ชั่วโมงการทำงานของเครื่องอัดอากาศ	=	22 ชั่วโมง/วัน x 350 วัน/ปี	
	=	7,700	ชั่วโมง/ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่อง GA90 x 2 ชุด	=	(86.6kWx100% + 84.6kWx60%) x 7,700 ชั่วโมง/ปี	
	=	1,057,672	kWh/ปี

จากหลักการของการอัดอากาศ

ทุกๆ 3°C ของอุณหภูมิอากาศขาเข้าที่ลดลงได้ สามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศได้ 1% (สุรชัย, 2548)

ถ้าทางโรงงานลดอุณหภูมิอากาศขาเข้าได้ 17°C (จาก53.6°C เป็น 36.6°C) คาดว่าจะสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศได้ 5.67%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

%Safety Factor	=	85	%
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้	=	1,057,672 kWh/ปี x 5.67% x 85%	
	=	50,975	kWh/ปี
คิดเทียบเป็นน้ำมันดิบได้	=	50,975	kWh/ปี
		11,740,000	kWh/ktoe
	=	0.00434	ktoe
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	=	50,975 kWh/ปี x 2.85 บาท/kWh	
	=	145,279	บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	=	13,000	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	13,000 / 150,886	
	=	0.09 ปีหรือ ประมาณ 1.08 เดือน	

ภาคผนวก ง.3 มาตรการการใช้สวิทช์แสงแดด ควบคุมการเปิด-ปิดระบบแสงสว่างรอบๆโรงงาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ในบริเวณรอบๆโรงงาน และลานจอดรถมีการติดตั้งระบบไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่าง โดยมอบหมายหน้าที่การเปิด-ปิด ให้กับเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยของโรงงาน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

เนื่องจากการเปิด-ปิด ระบบไฟฟ้าเป็นแบบ Manual ซึ่งบางครั้งอาจจะลืมปิดไฟในตอนเช้า ดังนั้นทางโรงงานต้องการที่จะลดความสูญเสียตรงจุดนี้ลง โดยการติดตั้งสวิทช์แสงแดด (Photo switch)ควบคุมการทำงานซึ่งจะส่งผลให้สามารถลดเวลาการใช้งานที่เกินความจำเป็นได้โดยเฉลี่ยประมาณวันละ 2 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

1. สำรวจบริเวณที่จะติดตั้งสวิทช์แสงแดด (Photo switch)
2. ดำเนินการติดตั้งและวัดกำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน
3. คำนวณผลประหยัด

สภาพหลังปรับปรุง

รูปผนวกที่ 13 สวิทช์แสงควบคุมไฟแสงสว่างในโรงจอดรถ

<u>หลังปรับปรุง</u>

ระยะเวลาดำเนินการ	2	เดือน (แล้วเสร็จ 10/49)		
เงินลงทุน	16,678	บาท		
ผลประหยัดที่ได้	18,072	บาท	0.00054	ktoe
ระยะเวลาคืนทุน	0.92	ปี หรือ ประมาณ 11.0 เดือน		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางผนวกที่ 3 แสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าในระบบแสงสว่างนอกโรงงาน

พื้นที่	ขนาดหลอดไฟ	จำนวน	ชม./วัน	วัน/ปี	ก่อนการปรับปรุง		Save Energy
					Power (kW)	Energy (kWh)	(kWh)
โคมถนนด้านข้าง Boiler Rm.	1 x 400	3	14	365	1.190	6,081	869
โรงจอดรถ	2 x 36	4	14	365	0.362	1,850	264
ไฟรั้ว	1 x 23	14	14	365	0.317	1,618	231
ป้อมยาม 2	1 x 400	2	14	365	0.793	4,054	579
ป้อมยาม 2	1 x 400	1	14	365	0.397	2,027	290
ป้อมยาม 2	1 x 250	1	14	365	0.280	1,433	205
ทางเข้า Office	1 x 250	1	14	365	0.289	1,477	211
โรงจอดรถ หน้าทางเข้า Office	2 x 36	15	14	365	1.580	8,074	1,153
Air Comp. Rm.	2 x 36	9	14	365	0.855	4,369	624
Air Comp. Rm.	1 x 400	2	14	365	0.911	4,655	665
โรงจอดรถ (ป้อมยามทางเข้า)	2 x 36	9	14	365	0.920	4,701	672
ไฟรั้ว	1 x 23	21	14	365	0.456	2,330	333
ไฟส่องป้าย	1 x 250	2	14	365	0.538	2,749	393
โรงจอดรถ Canteen	2 x 36	26	14	365	1.970	10,067	1,438
Total	-	-	-	-	**10.858**	**55,484**	**7,926**

<u>หมายเหตุ</u>

1. กำหนดให้หลังปรับปรุงสามารถลดการใช้งานลงได้ 2 hr./พื้นที่/วัน ระหว่างเวลา 6.00 – 8.00 น.
2. กำหนด Safety Factor เท่ากับ 80% เนื่องจากอาจมีบางวันที่จำเป็นต้องเปิดไฟเวลากลางวัน

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 7,926 kWh

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จริง = 7,926 x 80%(s.f.)kWh

= 6,341 kWh

ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 2.85 บาท/kWh

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = 2.85 x 6,341 บาท

= 18,072 บาท

เงินลงทุน = 16,678 บาท

คิดเทียบเป็นน้ำมันดิบได้ = 6,341 kWh/ปี

11,740,000 kWh/ktoe

= 0.00054 ktoe

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระยะเวลาคืนทุน = $\frac{16,678}{18,072}$ บาท

= 0.92 ปีหรือ 11.0 เดือน

ภาคผนวก ง.4 มาตรการการควบคุมการเปิด-ปิด การใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ระบบปรับอากาศภายใน โรงงานในส่วนของอาคารสำนักงาน หรือส่วนการผลิตจะใช้เครื่องปรับอากาศประเภท Split Type โดยส่วนมากจะมีเวลาการใช้งานประมาณ 8 หรือ 24 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับบริเวณที่ใช้งาน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

เนื่องจากสภาพเดิมเครื่องปรับอากาศจะทำงานตลอดเวลา หรือบางเครื่องในบริเวณส่วนกลางอาจจะเปิดเกินความจำเป็นหรือลืมปิด เป็นต้น ดังนั้นทางโรงงานสามารถที่จะลดการใช้พลังงานในส่วนนี้ลงได้โดยการปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาที่ไม่มีการใช้งาน หรือช่วงพักเที่ยง (ตารางผนวกที่ 4) โดยมอบหมายความรับผิดชอบการเปิด-ปิดให้ผู้ใช้งานในบริเวณนั้น โดยมีจำนวนเครื่องที่สามารถลดการใช้งานได้จำนวน 33 เครื่อง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

1. สำรวจเครื่องปรับอากาศที่สามารถลดการใช้งานลงได้
2. วัดกำลังไฟฟ้า และตรวจสอบเปอร์เซนต์การใช้งาน
3. ดำเนินการปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาที่ไม่ได้ใช้งาน
4. ประเมินผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สภาพหลังปรับปรุง

ทางโรงงานสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนดังกล่าวที่ไม่จำเป็นลงได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตการทำงานของพนักงาน

ระยะเวลาดำเนินการ	1	เดือน (ส.ค. 2549)		
เงินลงทุน	-	บาท		
ผลประหยัดที่ได้	189,538.73	บาท/ปี	0.00567	ktoe/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวกที่ 4 รายการเครื่องปรับอากาศ และจำนวนชั่วโมงที่สามารถลดได้

Code	Cooling Capacity (BTU/hr)	kW	Hr. of saving	Day/Yr	%Load	Saving kWh/Yr
01-F05	61,400	3.57	2	298	95.0	2,021
01-F06	61,400	4.12	2	298	29.4	721
01-F07	27,000	1.78	2	298	80.0	849
01-F08	9,000	0.69	2	298	70.0	288
01-F09	9,000	0.69	2	298	70.0	288
01-F10	9,000	0.64	2	298	70.0	267
01-F11	9,000	0.63	2	298	70.0	263
01-G01	36,000	3.15	2	298	84.3	1,582
01-G04	48,000	3.40	2	298	95.0	1,925
01-G05	48,000	3.40	2	298	75.0	1,520
01-G06	12,500	1.19	2	298	70.0	496
01-G07	24,500	1.74	2	298	79.8	825
01-G08	61,400	4.35	2	298	42.6	1,104
01-G11	9,000	0.64	2	298	87.0	331
02-F02	12,500	0.89	2	350	70.0	434
02-F03	24,500	1.74	2	350	68.8	836
02-G02	18,000	1.28	4	350	100.0	1,785
03-G02	61,400	4.35	4	350	34.7	2,115
03-F01	61,400	3.66	2	350	74.0	1,896
03-F02	61,400	3.86	2	350	26.4	713
03-F03	61,400	3.70	2	350	70.0	1,813
05-G03	12,500	0.89	2	350	50.0	312

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวกที่ 4 รายการเครื่องปรับอากาศ และจำนวนชั่วโมงที่สามารถลดได้ (ต่อ)

Code	Cooling Capacity (BTU/hr)	kW	Hr. of saving	Day/Yr	%Load	Saving kWh/Yr
05-G04	61,400	5.23	8	350	80.0	11,715
05-G05	61,400	4.70	8	350	80.0	10,528
05-G06	61,400	4.91	8	350	80.0	10,998
06-G01	24,500	1.74	4	350	75.0	1,822
06-G02	24,500	1.74	1	350	75.0	456
08-G01	18,000	1.28	2	350	85.0	759
08-G02	18,000	1.28	2	350	85.0	759
08-G04	36,000	2.73	2	350	75.0	1,433
08-G07	18,000	2.03	4	350	75.0	2,132
08-G08	18,000	1.27	4	350	75.0	1,334
13-G01	24,500	1.74	4	350	90.0	2,187
Total	1,104,000	79.01				66,507

หมายเหตุ

1. Hr. of saving หมายถึง จำนวนชั่วโมงที่สามารถลดการใช้งานลงได้

2. %Load หมายถึง เปอร์เซนต์คาบการทำงานของคอมเพรสเซอร์ใน 1 ช่วงเวลา มาจากการติดตั้ง Time Counter ที่เครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่อง

3. Saving kWh/Yr หมายถึง พลังงานที่สามารถประหยัดได้ มีค่าเท่ากับ

Saving kWh/Yr = (kW) x (Hr. of saving) x (Day/Yr) x (%Load)

พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ = 66,505 kWh/yr

คิดเป็นน้ำมันดิบเทียบเท่า = 0.00567 ktoe/yr

ต้นทุนค่าพลังงานมีค่าเท่ากับ 2.85 บาท/kWh

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = (66,505 kWh/ปี) x (2.85 บาท/kWh)

= 189,538.73 บาท/ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง.5 มาตรการการลดความดันใช้งานของระบบอัดอากาศ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานมีการใช้งานเครื่องอัดอากาศแบบสกรูระบายความร้อนด้วยอากาศ โดยแยกเป็นในส่วนของ Main Line ซึ่งประกอบด้วย ขนาด 90 kW จำนวน 2 เครื่อง (Atlas Copco GA90 No.1 และ 2) และขนาด 37 kW จำนวน 1 เครื่อง (Atlas Copco GA37 No.3) รวม 3 เครื่อง และในส่วนของ Pellet Line ซึ่งประกอบด้วย ขนาด 30 kW แบบปรับความเร็วรอบได้ จำนวน 1 เครื่อง (Atlas Copco GA90 VSD)

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

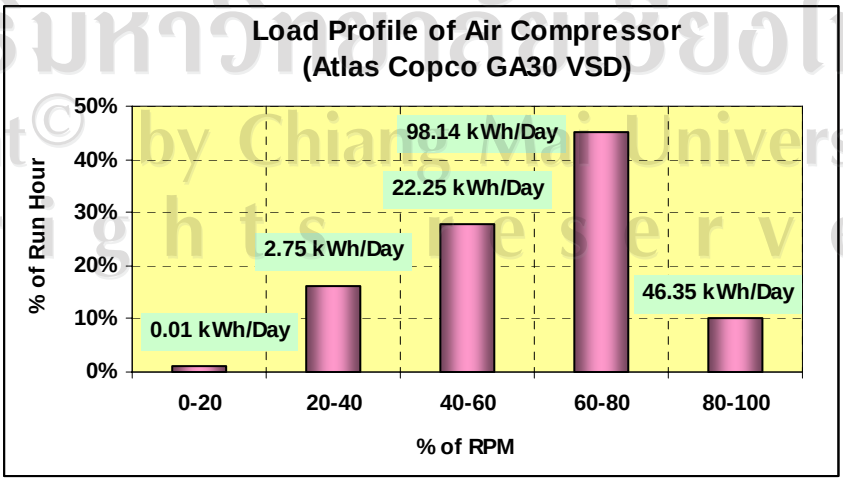
เครื่องอัดลมหลัก

เปิดใช้งานเครื่องอัดอากาศ No.1 และ No.2 โดยควบคุมความดันของอากาศอัดขณะใช้งานด้วยชุดควบคุม ES-100 ที่ค่าความดัน Cut in – Cut off เท่ากับ 6.8 – 7.0 บาร์ และจากการจับเวลาเพื่อดู %การทำงานของคอมเพรสเซอร์พบว่า

No.1	%Onload	=	100%	%Unload	=	0%
No.2	%Onload	=	43.5%	%Unload	=	56.5%

เครื่องอัดลมโรงผลิตข้าวเกรียบดิบ

เปิดใช้งานเครื่องอัดอากาศ 1 ชุด โดยมีการควบคุมความดันของอากาศอัดด้วยระบบ Variable Speed Drive, VSD ที่ค่าความดันใช้งานสูงสุด 7.0 บาร์ และจากการอ่านค่าจาก Panel Board เพื่อดู Profile การทำงานของคอมเพรสเซอร์และการใช้พลังงานที่ช่วงความเร็วรอบต่างๆ สามารถแสดงรูปผนวกที่ 17 ซึ่งจำลองจากฐานข้อมูลเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า



รูปผนวกที่ 14 การใช้พลังงานเครื่องอัดลมโรงผลิตข้าวเกรียบดิบก่อนการปรับปรุง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

1. สำหรับ Main Line ดำเนินการทดลองปรับลดความดันให้ลงเหลือ 6.3 – 6.5 บาร์ และตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้ง %การทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป (ก่อนและหลังดำเนินการ) สำหรับ Pellet Line ดำเนินการทดลองปรับลดความดันใช้งานสูงสุดลงเหลือ 5.5 บาร์ และตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้ง Profile การทำงานที่เปลี่ยนแปลงไป
2. ตรวจสอบและติดตามผลกระทบที่มีต่อการใช้งานอากาศอัดในกระบวนการผลิต
3. วิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้

สภาพหลังปรับปรุง

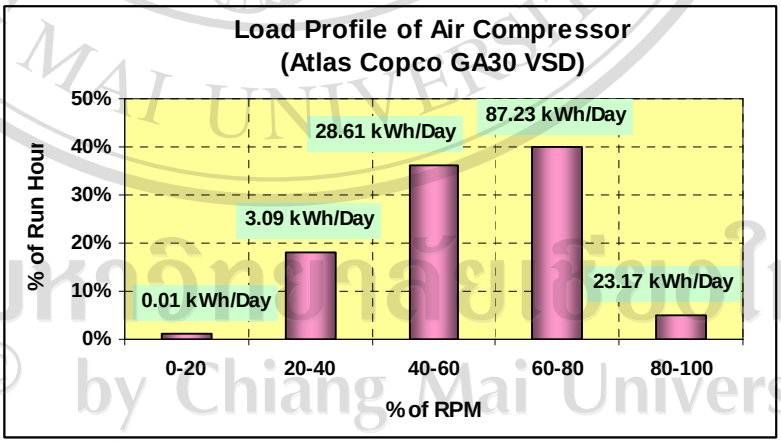
เครื่องอัดลมหลัก

ทางโรงงานสามารถลดความดันใช้งานได้ตามที่ต้องการโดยไม่มีผลกระทบใดๆต่อการผลิต และจากการจับเวลาเพื่อดู %การทำงานของคอมเพรสเซอร์พบว่า

No.1	%Onload	=	100%	%Unload	=	0%
No.2	%Onload	=	38.0%	%Unload	=	62.0%

เครื่องอัดลมโรงผลิตข้าวเกรียบดิบ

ทางโรงงานสามารถลดความดันใช้งานได้ตามที่ต้องการโดยไม่มีผลกระทบใดๆต่อการผลิต และจากการอ่านค่าจาก Panel Board เพื่อดู Profile การทำงานของคอมเพรสเซอร์และการใช้พลังงานที่ช่วงความเร็วรอบต่างๆสามารถแสดง รูปผนวกที่ 19 ซึ่งจำลองเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า



รูปผนวกที่ 15 การใช้พลังงานเครื่องอัดลมโรงผลิตข้าวเกรียบดิบหลังการปรับปรุง

ระยะเวลาดำเนินการ	1 เดือน (ก.ย. 2549)		
เงินลงทุน	-	บาท	
ผลประหยัดที่ได้	110,797	บาท/ปี	0.0033 ktoe/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

เครื่องอัดลมหลัก

ก่อนปรับปรุง

กำลังไฟฟ้าของเครื่อง GA90 No.1 (Onload)	=	91.4	kW
%Onload	=	100	%
กำลังไฟฟ้าของเครื่อง GA90 No.2 (Onload)	=	91.3	kW
%Onload	=	43.5	%
กำลังไฟฟ้าของเครื่อง GA90 No.2 (Unload)	=	46.7	kW
%Unload	=	56.5	%
ชั่วโมงการทำงานของเครื่องอัดอากาศ	=	22 ชั่วโมง/วัน x 350 วัน/ปี	
	=	7,700	ชั่วโมง/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่อง GA90 x 2 ชุด

= (91.4 kW x 100% + 91.3 kW x 43.5% + 46.7 kW x 56.5%) x 7,700 ชั่วโมง/ปี

= 1,212,769 kWh/ปี

หลังปรับปรุง

กำลังไฟฟ้าของเครื่อง GA90 No.1 (Onload)	=	89.6	kW
%Onload	=	100	%
กำลังไฟฟ้าของเครื่อง GA90 No.2 (Onload)	=	90.7	kW
%Onload	=	38.0	%
กำลังไฟฟ้าของเครื่อง GA90 No.2 (Unload)	=	47.8	kW
%Unload	=	62.0	%
ชั่วโมงการทำงานของเครื่องอัดอากาศ	=	22 ชั่วโมง/วัน x 350 วัน/ปี	
	=	7,700	ชั่วโมง/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่อง GA90 x 2 ชุด

= (89.6 kW x 100% + 90.7 kW x 38.0% + 47.8 kW x 62.0%) x 7,700 ชั่วโมง/ปี

= 1,183,475 kWh/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้	=	1,212,769 – 1,183,475 kWh/ปี	
	=	29,294	kWh/ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องอัดลมโรงผลิตข้าวเกรียบดิบ

ก่อนปรับปรุง

กำลังไฟฟ้าสูงสุดของเครื่อง GA30 VSD	=	28.9	kW
จากกราฟ Profile ก่อนปรับปรุง			
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง 0% - 20% RPM	=	0.01	kWh/วัน
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง 20% - 40% RPM	=	2.75	kWh/วัน
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง 40% - 60% RPM	=	22.25	kWh/วัน
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง 60% - 80% RPM	=	98.14	kWh/วัน
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง 80% - 100% RPM	=	46.35	kWh/วัน
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวม	=	169.49	kWh/วัน
(@ 350 วัน/ปี)	=	59,322	kWh/ปี

หลังปรับปรุง

กำลังไฟฟ้าสูงสุดของเครื่อง GA30 VSD	=	28.9	kW
จากกราฟ Profile ก่อนปรับปรุง			
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง 0% - 20% RPM	=	0.01	kWh/วัน
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง 20% - 40% RPM	=	3.09	kWh/วัน
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง 40% - 60% RPM	=	28.61	kWh/วัน
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง 60% - 80% RPM	=	87.23	kWh/วัน
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง 80% - 100% RPM	=	23.17	kWh/วัน
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวม	=	142.11	kWh/วัน
(@ 350 วัน/ปี)	=	49,740	kWh/ปี
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้	=	59,322 – 49,740	kWh/ปี
	=	9,582	kWh/ปี
รวมทั้ง 2 ส่วน สามารถประหยัดพลังงานได้	=	29,294 + 9,582	kWh/ปี
	=	38,876	kWh/ปี
คิดเทียบเป็นน้ำมันดิบได้	=	0.0033	ktoe/ปี
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	=	38,876 kWh/ปี x 2.85	บาท/kWh
	=	110,797	บาท/ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง.6 มาตรการการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ

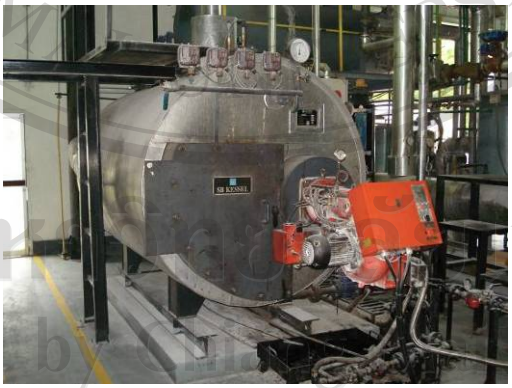
ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางโรงงานมีการใช้งานหม้อไอน้ำ 1 ชุด แบบท่อไฟ ขนาดความดันไอน้ำใช้งาน 8-9 บาร์

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ พบว่าหม้อไอน้ำมีการสูญเสียความร้อนในไอเสีย เนื่องจากมีอากาศส่วนเกินในไอเสียในปริมาณที่สูงกว่าปกติ (%O_2 ที่วัดได้เท่ากับ 8.9 และ 6.8% ที่ Low Fire และ Medium Fire ตามลำดับ) และอุณหภูมิไอเสียที่มีค่าสูงกว่าปกติซึ่งเกิดจากความสกปรกจากเขม่าที่สะสมภายในผิวท่อไฟ ดังแสดงในข้อมูลการตรวจวัดดังนี้

	Status	Medium Fire (Stage 2)	Low Fire (Stage 1)
Before (@ 31/8/49)	Flue Gas Temp. (^{o}C)	253.1	219.0
	%O2	11.7	9.2
	%CO2	6.8	8.9
	ppm of CO	64	54
	Air Ratio	2.26	1.78
	Gross Efficiency	76.9%	81.0%
	Combustion Loss	23.1%	19.0%
	Surface Loss	2.0%	2.0%
	Blowdown Loss	4.0%	4.0%
	Other Loss	2.0%	2.0%
	Boiller Efficiency	68.9%	73.0%



รูปผนวกที่ 16 แสดงหม้อไอน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

1. ปรับตั้งปริมาณอากาศส่วนเกินใหม่และล้างทำความสะอาดผิวท่อไฟ โดยบริษัทผู้ให้บริการหม้อไอน้ำ โดยบริการทุก 3 เดือน รวมเป็น 4 ครั้งต่อปี
2. ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ, $\%O_2$ ในไอเสียและประสิทธิภาพการเผาไหม้หลังปรับตั้งค่าใหม่
3. คำนวณผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ
4. ดำเนินการตรวจสอบเป็นประจำทุกครั้งที่มีการเข้าให้บริการจากบริษัทฯ และปรับตั้งค่าให้อยู่ในระดับที่คงที่ตลอดเวลา เพื่อให้การประหยัดพลังงานเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

สภาพหลังปรับปรุง

ภายหลังการดำเนินการ จะได้ว่า

- ในช่วง Low Fire หม้อไอน้ำสามารถลด $\%O_2$ ลงได้เท่ากับ 3.9% และอุณหภูมิไอเสียลดลงจาก 219.0°C เหลือ 209.4°C โดยที่ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำเพิ่มขึ้นจาก 73% เป็น 79.1%
- ในช่วง Medium Fire หม้อไอน้ำสามารถลด $\%O_2$ ลงได้เท่ากับ 6.0% และอุณหภูมิไอเสียลดลงจาก 253.1°C เหลือ 244.7°C โดยที่ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำเพิ่มขึ้นจาก 68.9% เป็น 76.5% ดังแสดงในข้อมูลการตรวจวัดดังนี้

After (@ 21/9/49)

Status	Medium Fire (Stage 2)	Low Fire (Stage 1)
Flue Gas Temp. (°C)	244.7	209.4
%O2	6.0	3.9
%CO2	11.1	12.6
ppm of CO	15	15
Air Ratio	1.40	1.23
Gross Efficiency	84.5%	87.1%
Combustion Loss	15.5%	12.9%
Surface Loss	2.0%	2.0%
Blowdown Loss	4.0%	4.0%
Other Loss	2.0%	2.0%
Boiller Efficiency	76.5%	79.1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระยะเวลาดำเนินการ	1 เดือน (ก.ย. 2549)			
เงินลงทุน	28,000	บาท		
ผลประหยัดที่ได้	314,851	บาท/ปี	0.0237	ktoe/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.09	ปี หรือ ประมาณ 1.08 เดือน		

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

- **Low Fire**

%การประหยัดเชื้อเพลิงเทียบเท่า = $\frac{(Eff._{หลัง} - Eff._{ก่อน}) \times 100\%}{Eff._{หลัง}}$

= $\frac{(79.1 - 73.0) \times 100\%}{79.1}$

= 7.71 %

ปริมาณการใช้น้ำมันเตา C ของหม้อไอน้ำ (ประมาณ 15% ของปริมาณที่ใช้ทั้งโรงงาน) = 599,304 ลิตร/ปี

%Use Factor (Low Fire) = 83.3 %

%Safety Factor = 50 %

คิดเป็นปริมาณน้ำมันเตา C ที่ประหยัดได้ = 599,304 x7.71% x83.3% x 50%

= 19,254 ลิตร/ปี

- **Medium Fire**

%การประหยัดเชื้อเพลิงเทียบเท่า = $\frac{(Eff._{หลัง} - Eff._{ก่อน}) \times 100\%}{Eff._{หลัง}}$

= $\frac{(76.5 - 68.9) \times 100\%}{76.5}$

= 9.93 %

ปริมาณการใช้น้ำมันเตา C ของหม้อไอน้ำ (ประมาณ 15% ของปริมาณที่ใช้ทั้งโรงงาน) = 599,304 ลิตร/ปี

%Use Factor (Low Fire) = 16.7 %

%Safety Factor = 50 %

คิดเป็นปริมาณน้ำมันเตา C ที่ประหยัดได้ = 599,304 x 9.93% x 16.7% x 50%

= 4,965 ลิตร/ปี

รวมน้ำมันเตา C ที่ประหยัดได้ = 19,254 + 4,965 ลิตร/ปี

= 24,219 ลิตร/ปี

ค่าความร้อนของน้ำมันเตา เท่ากับ 41.28 MJ/ลิตร (ปตท., 2550)

พลังงานความร้อนที่สามารถประหยัดได้ = 24,219 ลิตร/ปี x 41.28 MJ/ลิตร

= 999,760 MJ/ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

คิดเทียบเป็นน้ำมันดิบได้	=	0.0237	ktoe/ปี
ราคาน้ำมันเตาเกรด C ตามแผนการเงิน	=	13.00	บาท/ลิตร
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	=	24,219 ลิตร/ปี x 13.00 บาท/ลิตร	
	=	314,851	บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	=	7,000 บาท/ครั้ง x 4 ครั้ง/ปี	
	=	28,000	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	0.09 ปี หรือ 1.08 เดือน	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายกฤษณะ ไพรคงคาธรรม

วัน เดือน ปี เกิด 10 สิงหาคม 2517

ประวัติการศึกษา ปีการศึกษา 2533 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนฝางชนูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2539 – 2541 วิศวกรออกแบบ บ. ยูนิมิต เอนจิเนียริ่ง จำกัด
พ.ศ. 2541 – 2544 ผช. ผจก.ฝ่ายผลิต บ. แอล.แอล.ไอ เทคโนโลยี จำกัด
พ.ศ. 2544 – 2545 วิศวกร บริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด (มหาชน)
พ.ศ. 2545 – ปัจจุบัน ผจก.วิศวกรรม บ. เป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved