

การศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานในโรงสีข้าว
โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

สุคนธ์ทิพย์ สันวิวัฒนกุล

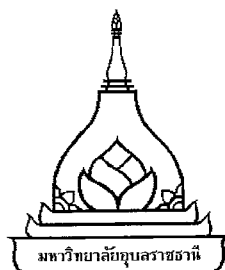
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2551

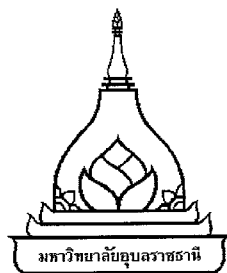
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**STUDY OF ENERGY SAVING IN RICE MILLS
USING CLEANER TECHNOLOGY**

SUKONTIP SINWIWATTHANAKUL

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULLFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER ENGINEERING
MAJOR IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
UBON RAJATHANEE UNIVERSITY
YEAR 2008
COPY RIGHT OF UBON RAJATHANEE UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

เรื่อง การศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานในโรงสีข้าวโดยใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ผู้วิจัย นางสุคนธ์ทิพย์ สีนวิวัฒนกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ สีนรุเชาวน์)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นลิน เพียรทอง)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทองใบ สดขารี)
..... คณบดี
(รองศาสตราจารย์ ดร.สถาพร โภคา)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2551

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ สันธุเชาวน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้ความรู้ในด้านวิชาการอันเป็นแนวทางในการทำวิจัยและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ สนับสนุนให้โอกาส และเป็นตัวอย่างที่ดีต่อผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านใน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ให้ความเมตตา แนะนำวิธีการและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ คุณยัง โสภาสาย กรรมการผู้จัดการ บริษัทโรงสีพิบูลดงคุณเกษตรไทย จำกัด ซึ่งเป็นผู้ให้ความอนุเคราะห์เข้าไปศึกษาวิจัยกระบวนการผลิตของโรงสีข้าว และศึกษาด้านการใช้พลังงานต่างๆ นอกจากนี้ขอขอบคุณ คุณอาทิตย์ บัวละคร และทีมงานจากสถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อนุเคราะห์การตรวจวัดข้อมูลด้านพลังงานด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และขอขอบคุณ คุณกอบชัย สังสิทธิสวัสดิ์ อุตสาหกรรมจังหวัดอุบลราชธานี ที่ส่งเสริม และสนับสนุนการยกระดับข้าราชการในสังกัดกระทรวงอุตสาหกรรม ให้มีคุณภาพและศักยภาพ เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่ให้อำลังใจในการส่งเสริม การศึกษาตลอดมา



(นางสุคนธ์ทิพย์ สันวิวัฒนกุล)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานในโรงสีข้าวโดยใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

โดย : สุคนธ์ทิพย์ สีนวิวัฒนกุล

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ สีนชูเชาวน์

ศัพท์สำคัญ : โรงสีข้าว มอเตอร์ เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาโรงสี 1 โรงงานซึ่งเป็นโรงสีที่ใช้มอเตอร์ทั้งหมด และตั้งใหม่ยังขาดระบบบริหารจัดการที่ดี และประสิทธิภาพต่ำ งานวิจัยนี้จึงศึกษาเรื่องต้นทุนค่าไฟฟ้าและต้นทุนด้านการขนส่งโดยประยุกต์เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มาใช้ในการบริหารจัดการ โดยเลือกใช้วิธีปรับเปลี่ยน เป็นแนวทางในการปรับปรุงการผลิตและลดต้นทุน โดยแนวทางที่ 1) เสนอให้ติดตั้งเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไหลผ่านก่อนเข้าถังพักประหยัคค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าจ้างคนขับรถรวมถึง 673,920 บาท/ปี หลังจากการคืนทุน 700,000 บาท โดยมีระยะคืนทุน 12.6 เดือน แนวทางที่ 2) เสนอให้ย้ายช่วงเวลาการอบข้าวจากอบข้าวตลอด 24 ชั่วโมงเปลี่ยนเป็นอบข้าวช่วงเวลากลางคืน (OFF PEAK) และฝั่งเกลี่ยตากแดดในกลางวัน ประหยัคได้ต่อปี 256,008 บาท/ปี แนวทางที่ 3.) เสนอให้ติดตั้งเครื่อง Motor Load Control (MLC) ในกระบวนการขัดมันซึ่งเมื่อตรวจวัดแล้วใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพ เงินลงทุน 462,000บาท/ปี ประหยัคได้ 260,402.69 บาท/ปี โดยมีระยะคืนทุน 1.77 ปี แนวทางที่4.) เสนอให้มีการเปลี่ยนจากหลอดสปรอตไลท์เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัคได้ 22,632.46 บาท/ปี เงินลงทุน 4,000 บาท ระยะคืนทุน 0.18 ปี โดยแนวทางทั้ง 4 นี้สามารถทำให้ผู้ประกอบการโรงงานประหยัคค่าใช้จ่ายได้ทั้งสิ้น 1,242,963.15 บาท/ปี

ABSTRACT

TITLE : STUDY OF ENERGY SAVING IN RICE MILLS USING CLEANER
TECHNOLOGY

BY : SUKONTIP SINWIWATTHANAKUL

DEGREE : MASTER ENGINEERING

MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING

CHAIR : ASST.PROF. SOMBAT SINDHUCHAO, Ph.D.

KEYWORDS : RICE MILL / MOTOR / CLEANER TECHNOLOGY

This research studied a rice mill that operates processes with motors. It was newly established without perfect management, and lacked of experience in milling. The research aimed to study the costs of electric power and transportation by applying the ‘Cleaner Technology’ theory to manage these costs with a changing approach. After studying intensively, the following suggestions are made to improve the production and save costs. 1) The batching should be installed for the paddy to go through before reaching the storing bin to save the wages and the cost of fuel of trucks totally for 673,920 Baht per year after return of investment of 700,000 Baht with a 12.6-month payback period. 2) The time for drying rice with the baking machine should be changed from 24 hours a day to a period of night time only. Also, it is suggested to spread the rice out and expose it to the sun during the day time that could save 256,008 Baht per year. 3) The motor load control (MLC) is recommended for polishing process because the motors are not efficient enough for the polishing process. This can save 260,402.69 Baht per year with the investment of 462,000 Baht and 1.77 year payback periods 4) The spot light lamps need to be changed to fluorescent lamps which can save 19,094.40 Baht per year with 4,000 Baht capital and 0.21 year of return investment. The 4 guidances will be able to save the total cost of 1,242,963.15 Baht/year for this rice mill plant.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	2
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐาน	4
2.2 การนำเทคโนโลยีที่สะอาดมาใช้มีหลักการอย่างไร	5
2.3 หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	5
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
3 ระเบียบและวิธีการวิจัย	
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	22
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล	22
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	27
4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์	
4.1 ผลการศึกษาแนวทางในการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง ข้าวเปลือกภายในโรงงาน	36
4.2 ผลการศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานด้านช่วงเวลา การผลิต	38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์	
4.3 ผลการศึกษาด้านการใช้มอเตอร์	40
4.4 ผลการศึกษาเรื่องระบบแสงสว่างภายในโรงงาน โดยเสนอให้มีการเปลี่ยนจากหลอดสปอร์ตไลท์เป็น หลอดฟลูออโรสเซนต์	42
5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	44
5.2 ข้อเสนอแนะ	46
เอกสารอ้างอิง	53
ภาคผนวก	
ก ตารางแสดงรายการเครื่องจักรทั้งหมด	60
ข ตารางแสดงผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขัดขาว	65
ค ตารางแสดงผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขัดมัน	81
ง รายละเอียดการตรวจวัดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าใน กระบวนการผลิต	87
จ ประมวลภาพถ่ายเครื่องจักรในโรงสีข้าวที่ศึกษา	90
ประวัติผู้วิจัย	109

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 รายการรายจ่ายด้านเชื้อเพลิง	36
5.1 สาเหตุความสูญเสียและข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	45
5.2 ผลจากการวิจัยที่เสนอให้ติดตั้งเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไหลผ่าน ก่อนเข้าถังพัก	45
5.3 ผลจากการวิจัยย้ายช่วงเวลาการอบข้าวจากอบข้าวตลอด 24 ชั่วโมง เปลี่ยนเป็นอบข้าวช่วงเวลากลางคืน(OFF PEAK)และผึ่งเกลี่ยตากแดดในกลางวัน	45
5.4 ผลจากการวิจัยเสนอให้ติดตั้งเครื่อง Motor Load Control (MLC) ในกระบวนการขัดมันซึ่งเมื่อตรวจวัดแล้วใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพ	46
5.5 ผลจากการวิจัยแสดงผลจากการวิจัยเสนอให้มีการเปลี่ยน จากหลอดสปรอตไลท์เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์	46
5.6 แบบสำรวจสภาพปัญหาที่ควรปรับปรุงในเรื่องการขนส่งข้าวเปลือกภายใน โรงงานCheck list	49
5.7 แบบสำรวจสภาพปัญหาที่ควรปรับปรุงในเรื่องช่วงเวลาการผลิต Check list	50
5.8 แบบสำรวจสภาพปัญหาที่ควรปรับปรุงในเรื่องการใช้มอเตอร์ Check list	51
5.9 แบบสำรวจสภาพปัญหาที่ควรปรับปรุงในเรื่องระบบแสงสว่างในโรงงาน Check	52
ก.1 รายการเครื่องจักรทั้งหมด	61
ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขัดขาว	66
ค.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขัดมัน	81
ง.1 รายละเอียดการตรวจวัดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต	87

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (5M)	7
2.2 วิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	8
2.3 วิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	10
3.1 กระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงสีข้าว และกระบวนการอบข้าว	25
3.2 MOTOR LOAD CONTROL	27
3.3 Single Line Diagram	30
3.4 แผนที่เส้นทางการส่งข้าวเปลือกถึงโรงงาน	32
3.5 หลักเกณฑ์การคำนวณค่าไฟฟ้า	33
3.6 ตัวอย่างบิลค่าไฟฟ้าจริง	34
3.7 เส้นทางการขนส่งข้าวเปลือกไปชั่งน้ำหนักก่อนสีข้าว	35
4.1 กราฟแสดงภาระของมอเตอร์และเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากผลการทดลองในห้องทดลอง	41
5.1 แนวทางในการลดการสูญเสียต้นทุนต่างๆและต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายไฟฟ้า	48
จ.1 ป้ายโรงสี	90
จ.2 เครื่องชั่งน้ำหนักอัตโนมัติ	90
จ.3 เครื่องชั่งน้ำหนักอัตโนมัติ	91
จ.4 อาคารโรงงาน	91
จ.5 หม้อแปลงไฟฟ้า	92
จ.6 ร้านสีข้าว	92
จ.7 ร้านสีข้าว	93
จ.8 มอเตอร์	93
จ.9 ตู้คอนโทรล	94
จ.10 เครื่องขัดมัน	94
จ.11 เครื่องขัดมัน	95
จ.12 มอเตอร์	95
จ.13 ตู้คอนโทรล	96

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
จ.14 ตู้คอนโทรล	96
จ.15 ตู้คอนโทรล	97
จ.16 ตู้คอนโทรล	97
จ.17 หม้อแปลงไฟฟ้า	98
จ.18 ปุ่มลม	98
จ.19 ร้านสี่ข้าว	99
จ.20 ร้านสี่ข้าว	99
จ.21 ร้านสี่ข้าว	100
จ.22 เครื่องยิงสี	100
จ.23 เครื่องขังน้ำหนักรัดโนมิต	101
จ.24 ตะแกรงกลม	101
จ.25 ท่อส่งรำหยาบ-รำละเอียด	102
จ.26 เครื่องอบลดความชื้น	102
จ.27 ห้องเก็บรำ	103
จ.28 ท่อส่งรำหยาบ-รำละเอียด	103
จ.29 ท่อส่งเกลบ	104
จ.30 ถังเก็บข้าวเปลือก	104
จ.31 มอเตอร์	105
จ.32 กระพ้อ	105
จ.33 บรรจุ	106
จ.34 ร้านสี่ข้าว	106
จ.35 กองรำหยาบ	107
จ.36 ข้าวสาร	107

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความเป็นมาของงานวิจัย

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมโรงสีข้าว ซึ่งประกอบกิจการเกี่ยวกับการสีผัดหรือขัดข้าว ตาม บัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 กระทรวง อุตสาหกรรม แต่ละแห่งมีความแตกต่างกันทั้งในด้านเทคโนโลยีการผลิต เครื่องจักรที่ใช้คุณภาพ วัตถุดิบที่นำมาสีข้าว คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ต้องการและลักษณะการใช้พลังงาน ซึ่งปริมาณการใช้ พลังงานจัดเป็นปัจจัยสำคัญที่โรงสีข้าวให้ความสำคัญและมีความพยายามลดการใช้พลังงาน เพื่อลด ต้นทุนในการสีข้าว และรักษาสีสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการใช้พลังงานจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่บ่งชี้ ประสิทธิภาพ การผลิตของโรงสีข้าว

การใช้พลังงานในโรงสีข้าว แบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลักคือ 1) พลังงานไฟฟ้า ส่วนใหญ่ เป็นโรงสีข้าวที่ตั้งขึ้นใหม่หรือโรงสีข้าวเก่าที่มีการยกเลิกการใช้หม้อไอน้ำ และ 2) พลังงานไฟฟ้า ร่วมกับพลังงานจากเชื้อเพลิงแกลบเป็นกลุ่มโรงสีข้าวติดตั้งหม้อไอน้ำที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง สำหรับผลิตไอน้ำป้อนให้กับเครื่องจักรต้นกำลังไอน้ำ หรือป้อนให้กับกระบวนการแช่และนึ่ง ข้าวเปลือกของโรงสีข้าวหนึ่ง แต่จากแนวโน้มการใช้พลังงานในช่วงปีที่ผ่านมา เนื่องจากแกลบมีมูลค่า ที่สูงขึ้น ทำให้โรงสีข้าวใช้ต้นกำลังไอน้ำเปลี่ยนใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นแหล่งต้นกำลังสำหรับเดิน เครื่องจักรเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการสีข้าว ประกอบด้วย เครื่องจักรที่ใช้ มอเตอร์เหนี่ยวนำ เช่น เครื่องขัดข้าว ตะแกรงสั่น ตะแกรงโยก พัดลมดูดแกลบและระบบลำเลียง ต่างๆ เป็นต้น ซึ่งตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการสีข้าว ประกอบด้วย ประสิทธิภาพของมอเตอร์ ภาระการใช้งานเครื่องจักร ลักษณะการวางผังกระบวนการผลิต และ คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

การวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตในกระบวนการสีข้าวและอบ ลดความชื้นเมล็ดข้าวโดยประเมินจากกระบวนการผลิต พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า ศึกษาภาระการใช้ ไฟฟ้า ดัชนีที่สนใจศึกษาคือเรื่องค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าและประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีการ ผลิตที่สะอาด

“เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด” (Cleaner Technology) หมายถึง การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้เปลี่ยนเป็นของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย จึงเป็นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ทั้งนี้ รวมถึงการเปลี่ยนวัตถุดิบ การใช้ซ้ำและการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนในการผลิตไปพร้อมกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานในโรงสีข้าว

1.2.2 เพื่อศึกษาและประยุกต์หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) มาเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงสีข้าว เพื่อช่วยในการลดต้นทุนและประหยัดพลังงานในโรงสีข้าว

1.2.3 เพื่อศึกษาข้อมูลด้านต้นทุนของการใช้พลังงานในโรงสีข้าว

1.2.4 เพื่อเผยแพร่เป็นองค์ความรู้กับอุตสาหกรรมสีข้าวและประเภทอุตสาหกรรมอื่นๆ

1.2.5 เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของโรงสีข้าวให้มากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานในโรงสีข้าว ของโรงงาน บริษัท โรงสีข้าวพิบูลดอกลูกเกดไทย จำกัด โดยใช้ทฤษฎีของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

1.3.2 ศึกษาระบบโลจิสติกส์ในส่วนของการเคลื่อนย้ายข้าวเปลือกในโรงสีข้าวของโรงงาน บริษัท โรงสีข้าวพิบูลดอกลูกเกดไทย จำกัด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้แนวทางในการประหยัดพลังงานในโรงสีข้าวที่ใช้มอเตอร์ในกระบวนการผลิต

1.4.2 ผู้ประกอบการโรงสีข้าวกรณีศึกษาสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้

1.4.3 สามารถช่วยให้ประเทศชาติประหยัดพลังงาน

1.4.4 โรงสีข้าวที่ใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ทุกขนาดของกำลังการผลิตตั้งแต่กำลังการผลิตน้อยจนถึงกำลังการผลิตมาก และที่ใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าทุกประเภท สามารถศึกษาเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานได้

1.4.5 โรงสีข้าวที่มีการบริหารจัดการหลากหลายรูปแบบ เช่น ครอบครัว
ห้างหุ้นส่วนจำกัด หรือ บริษัท สามารถศึกษาเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการอธิบายถึงแนวคิดพื้นฐานของกระบวนการสีเขียว หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องรวมถึงการศึกษา ค้นคว้า ทบทวนวรรณกรรม งานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2.1 ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐาน

2.1.1 ทฤษฎี

มีหลากหลายคำนิยามสำหรับทฤษฎีที่กล่าวถึง วิธีการต่าง ๆ หรือวิธีการใด ๆ ก็ตามที่สามารถเป็นแนวทาง ข้อเสนอแนะที่ช่วยให้กระบวนการผลิตการผลิตต่างๆ สามารถพัฒนาขึ้น ทำให้ได้การผลิตที่เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด และมีการเรียกที่หลากหลาย เช่น Clean Production, Cleaner Technology

ปี 2546 นายเอกวิษ ไพรสุวรรณ ได้ศึกษาเรื่อง การลดต้นทุนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำแข็งหลอด โดยใช้เทคโนโลยีสะอาด ที่จะสามารถประหยัดต้นทุนในการผลิตได้ กรมโรงงานอุตสาหกรรม โดยกลุ่มเทคโนโลยีป้องกันมลพิษ สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ให้ความหมายของ “เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด” (Cleaner Technology) ว่าเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดหมายถึง การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้เปลี่ยนเป็นของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย จึงเป็นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ทั้งนี้ รวมถึงการเปลี่ยนวัตถุดิบ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนในการผลิตไปพร้อมกัน

และเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology : CT) ยัง หมายถึง การพัฒนาเปลี่ยนแปลงปรับปรุง อย่างต่อเนื่องของกระบวนการผลิต การบริการ และการบริโภค โดยก่อให้เกิดผลกระทบหรือความเสี่ยง อันจะเกิดขึ้นต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และต้องมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งทำได้โดยการ ลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด และการใช้ซ้ำ และ / หรือ การเปลี่ยนแปลงเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ โดยได้รับความร่วมมือจากทุกคนในองค์กร บ้าน และ ชุมชน

2.2 การนำเทคโนโลยีที่สะอาดมาใช้มีหลักการอย่างไร

หลักการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด คือ การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดโดยใช้วัตถุดิบ น้ำ พลังงาน อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อขจัดปัญหาการสูญเสีย และหากมีของเสียเกิดขึ้นต้องพยายามนำของเสียเหล่านั้นกลับมาใช้ซ้ำหรือนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อให้มีของเสียที่ต้องทำการบำบัดหรือนำไปฝังกลบให้เหลือน้อยที่สุด หรือไม่มีเลย

การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดนั้น ต้องมีการค้นหาแหล่งกำเนิดและวิเคราะห์หา สาเหตุว่าของเสียหรือมลพิษเหล่านั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร การลดมลพิษอาจทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ และเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง กระบวนการผลิต เช่น อาจต้องมีการเปลี่ยนวัตถุดิบที่เกี่ยวข้อง เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี หรืออาจต้องเปลี่ยนแปลง การบริหารจัดการ ส่วนการนำกลับมาใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำ อาจทำได้โดยการนำกลับมาใช้ใหม่โดยตรง เช่น นำกลับมาใช้ในกระบวนการเดิม หรืออาจต้องนำของเสียเหล่านั้นไปผ่านกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งก่อน จึงจะสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

2.3 หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

วิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มีวิธีดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

2.3.1 วิธีการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ซึ่งหมายถึง การออกแบบให้มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด การออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีอายุใช้งานยาวนาน หรือจะเป็นการใช้วัตถุดิบที่สะอาดเปลี่ยนมาใช้วัตถุดิบที่มีสารพิษน้อย รวมไปถึงเปลี่ยนการออกแบบใหม่ เพิ่มระบบอัตโนมัติเข้าช่วยปรับปรุงข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน ปรับปรุงคุณภาพอุปกรณ์ การใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ การจัดให้มีกระบวนการดำเนินงานและขั้นตอนการบำรุงรักษาที่ชัดเจน มีการบริหารการปฏิบัติงาน มีการจัดการให้การไหลของงานเป็นไปโดยราบรื่นการปรับปรุงเทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุ หรือมีขั้นตอนการผลิตที่ชัดเจน มีขั้นตอนการผลิตที่ชัดเจน มีการทำรายงานบันทึกการควบคุมสินค้าคงคลัง มีการฝึกอบรม มีการแยกแยะมลพิษออกจากกันตามวิธีการกำจัด โดยอธิบายละเอียดเพิ่มเติมได้ดังนี้

2.3.1.1 การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์(Product reformulation)

ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นอาจมีคุณภาพ รูปลักษณะ ขนาด ภาชนะบรรจุ ผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบสิ่งแวดล้อม สามารถทำการปรับปรุงเพื่อลดปัญหาได้ 4 วิธี คือ

1) Product change factor เป็นการออกแบบใหม่เพื่อปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ โดยมีเงื่อนไขเทคนิคต่างๆที่เหมาะสม

2) Production change factor เป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิต วิธีการควบคุมสินค้าการเก็บรักษา

3) Market change factor ปรับเปลี่ยนวิธีการตลาด ประมาณความต้องการตลาด

4) Marketing change factor ปรับปรุงบริการ การตลาด

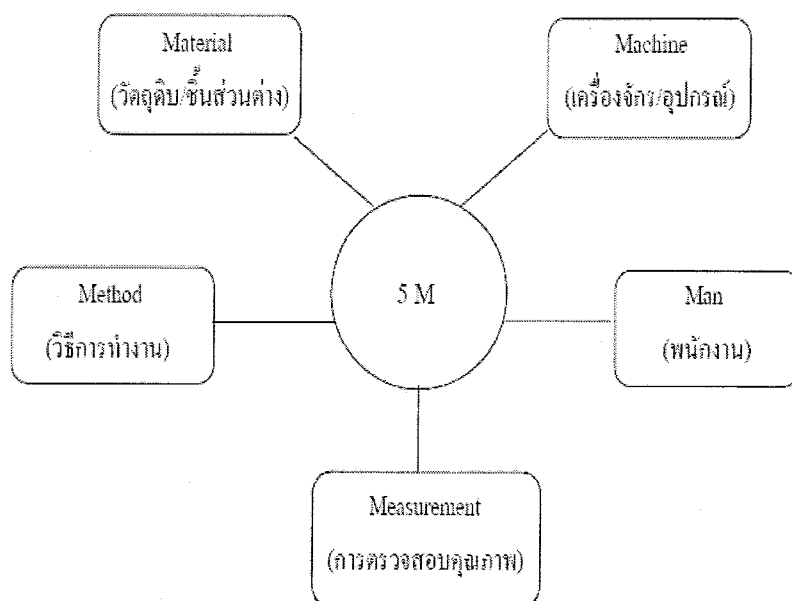
2.3.1.2 การปรับเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต (Process change) แบ่งออกเป็น 3 วิธีดังต่อไปนี้

1) การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ (Input Material change)

เป็นการเลือกใช้วัตถุดิบที่สะอาด หมายถึง คุณสมบัติของวัตถุดิบเอง หรือสิ่งปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ สิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบหากเป็นไปได้ ควรมีการกำจัดออกตั้งแต่ต้นคือแหล่งที่มาก่อนที่จะขนส่งเข้าสู่โรงงาน เพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตรวมทั้งคุณภาพ ต้องให้ได้ตามมาตรฐานการผลิตของโรงงานด้วย

2) การปรับปรุงเทคโนโลยี (Technology improvement)

เป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิต หรือการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด และถ้าหากของเสียไม่สามารถลดหรือกำจัดได้แล้ว ก็ให้หาวิธีนำเทคโนโลยีเพื่อทำการเคลื่อนย้ายตัวกลางทางสิ่งแวดล้อมเดิมไปสู่ตัวกลางใหม่ ซึ่งเงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีมาปรับปรุงมีองค์ประกอบ 5 ประการ (5M) แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 เงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีมาปรับปรุงมีองค์ประกอบ 5 ประการ (5M)

จากภาพที่ 2.1 คือ เงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีมาปรับปรุงมีองค์ประกอบ 5 ประการ (5M) ซึ่ง M ทั้ง 5 ประกอบด้วย

- | | | |
|-----------------|-----|--------------------------|
| (1) Material | คือ | วัตถุดิบและชิ้นส่วนต่างๆ |
| (2) Machine | คือ | เครื่องจักรอุปกรณ์ |
| (3) Man | คือ | พนักงาน |
| (4) Measurement | คือ | การตรวจสอบคุณภาพ |
| (5) Method | คือ | วิธีการทำงาน |

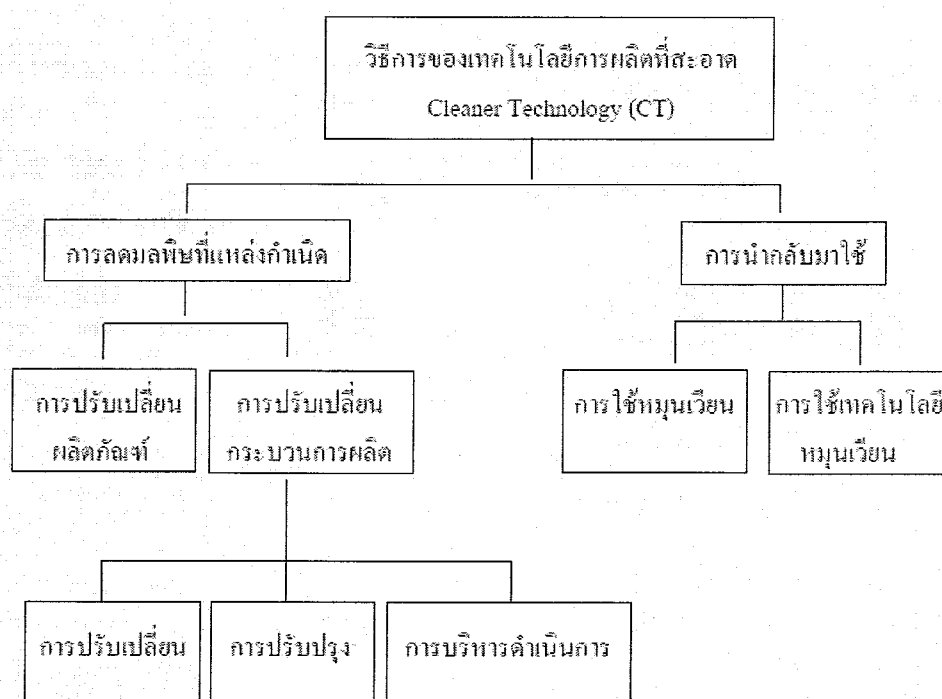
3) การบริหารการดำเนินงาน (Operational management)

เป็นการบริหารระบบการวางแผน และควบคุมการผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพของกระบวนการผลิตให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.2 วิธีการนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำ หมายถึง การใช้ซ้ำเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตเดิม หรือใช้ในกระบวนการผลิตอื่น การนำกลับมาใช้ใหม่โดยการผ่านกระบวนการเพื่อนำทรัพยากรกลับมาใช้อีก หรือเป็นการผ่านกระบวนการเพื่อทำให้เป็นผลพลอยได้ โดยปกติควรดำเนินการลดการสูญเสีย ก่อนที่จะหาวิธีนำกลับมาใช้หมุนเวียนหรือ การนำไปสกัดของมีค่า กลับคืน การหมุนเวียนการใช้ เช่นเมื่อนำทรัพยากรมาผ่านการใช้งานครั้งหนึ่ง แล้วยังมีคุณภาพที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนอื่นได้ ก็ควรหาวิธีที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือถ้าใช้ในกระบวนการอื่น

ไม่ได้อีกแล้วก็จะใช้วิธีการศึกษาเทคโนโลยีเพื่อออกแบบกระบวนการนำทรัพยากรน้ำ วัตถุดิบ หรือพลังงานกลับมาใช้อีก หรือทำให้เกิดผลพลอยได้เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับของเสีย

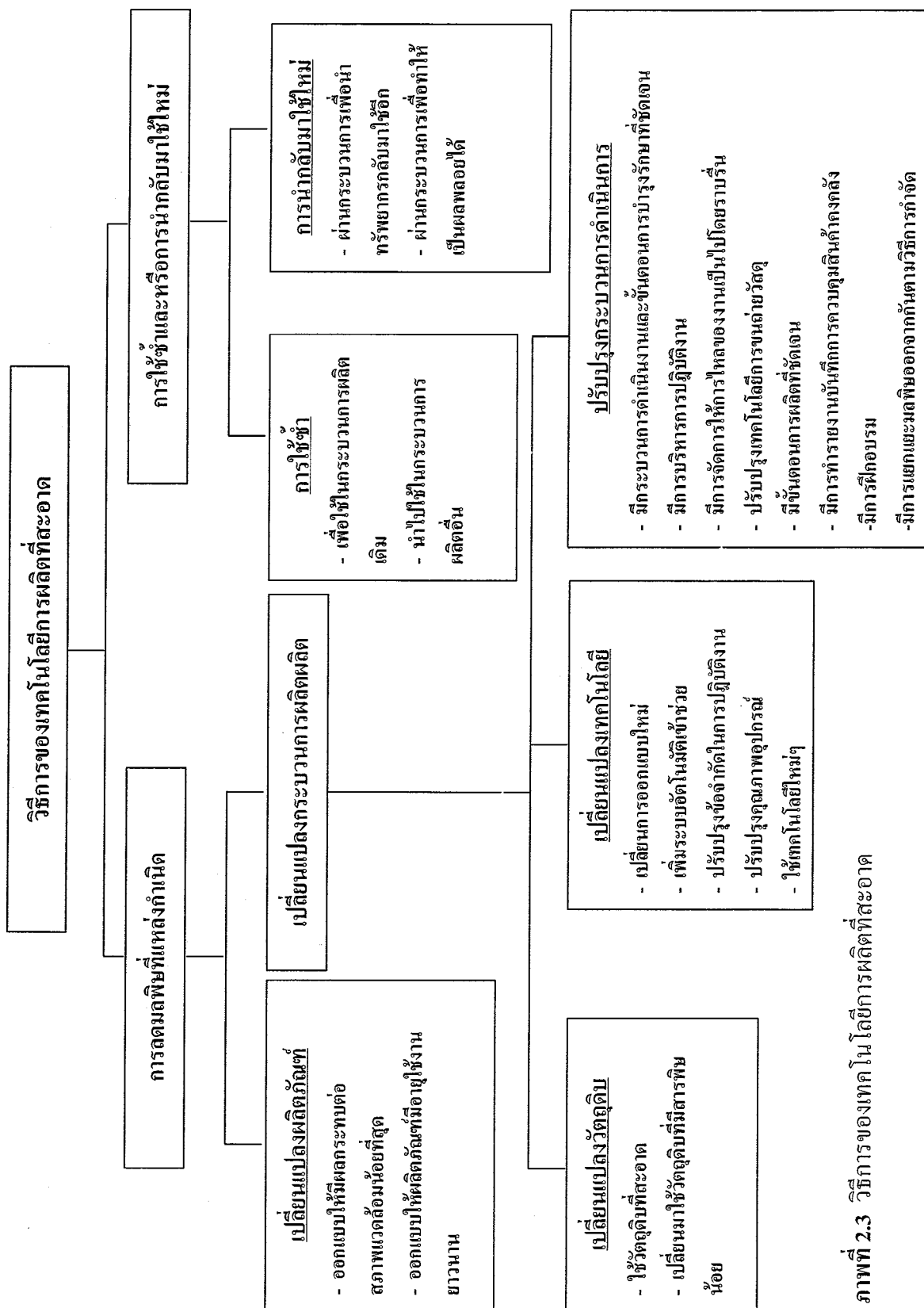
โรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป สามารถนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปใช้เป็นการพัฒนาขีดความสามารถด้านการผลิต เพื่อให้เกิดการแข่งขัน ในภาคอุตสาหกรรมทั้งภายในประเทศ และการค้าของตลาดโลกได้อย่างแน่นอน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และให้ประโยชน์อย่างมาก ซึ่งบางกรณีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปปฏิบัติใช้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน แต่ผลที่ได้กลับมามีสามารถลดต้นทุนการผลิตได้มาก หรือถ้ามีการลงทุนก็ต้องได้รับผลตอบแทนภายในระยะเวลาคืนทุน (Payback period) ที่คุ้มค่าต่อการลงทุน ดังอธิบายตามภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 วิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

จากภาพที่ 2.2 คือวิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology:CT) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการดังกล่าว มีหลักเกณฑ์และแนวทางที่ชัดเจนในการที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ และศึกษาเป็น แนวทางในการจัดการต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นการจัดการด้านมลพิษ การนำกลับมาใช้ใหม่ การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเพื่อผลที่ได้ คือ การลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพของโรงงานอุตสาหกรรม

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานในโรงสีข้าว ตัวอย่าง คือ บริษัท โรงสีข้าวพิบูลดอกรุดเกษตรไทย และโดยประยุกต์ใช้กับวิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology : CT) และวิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด สามารถอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม ในภาพที่ 2.3 ซึ่งเป็นการขยายความหมายของวิธีการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด



ภาพที่ 2.3 วิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ด้วยปัจจุบันนี้ในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ล้วนมีการแข่งขัน ดังนั้นทุกประเภทอุตสาหกรรมจึงมุ่งเน้นที่จะบริหารจัดการโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มศักยภาพเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในภาคอุตสาหกรรมให้มากขึ้น ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือการลดต้นทุนการผลิตต่างๆ รวมไปถึงการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด หรือการนำกลับมาใช้ซ้ำ ฯลฯ โดยหลายหลายประเภทโรงงานได้นำเอาทฤษฎีและวิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology: CT) เข้ามาประยุกต์ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม

2.4.1 การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด

ศิริอร ศักดิ์วิไลสกุล (2542) ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมทำอาหาร เพื่อศึกษาปัญหา อุปสรรค และเสนอแนวทางแก้ไขซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเข้ามาประยุกต์ใช้ได้ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเตรียมการวัตถุดิบและขั้นตอนการปฏิบัติการ ซึ่งจะเน้นในเรื่องของการนำกลับมาใช้ใหม่เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างสูงในขั้นตอนการเตรียมการวัตถุดิบ และขั้นตอนการปฏิบัติการ ส่วนปัจจัยภายในที่ได้ผลในเชิงบวก ก็เป็นเรื่องของความพึงพอใจต่อการปฏิบัติงาน การมีส่วนร่วมของผู้บริหารและพนักงาน ส่วนปัจจัยภายนอกที่ได้ผลคือการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ คือความเป็นสมาชิกสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และการรักษาสิ่งแวดล้อมทางอากาศ น้ำ ขยะ และกากของเสีย

เจริญชัย แยมแซ่ไข (2543) ศึกษาประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดกับการจัดการวัตถุดิบของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิจัยมีอยู่ 3 ประการ คือ การเปรียบเทียบผลประโยชน์โดยรวม การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้ง และปริมาณการใช้น้ำที่ลดลง ในส่วนการจัดการวัตถุดิบของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ระหว่างวิธีการเดิมกับเทคโนโลยีสะอาดซึ่งผู้วิจัยได้เสนอทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาดโดยการสร้างความตระหนักในเรื่องของสิ่งแวดล้อม และกลยุทธ์ในการสร้างแรงจูงใจ โดยมีการจัดให้ฝึกอบรมบุคคลากร และปรับปรุงเครื่องจักรซึ่งผลการศึกษานี้ปรากฏว่าประหยัดค่าใช้จ่ายลดลง คุณภาพน้ำทิ้งดีขึ้น และมีการใช้ทรัพยากรน้ำน้อยลง

สถาพร ทองวิก (2543) ศึกษาการลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ ด้วยสารดูดความชื้นชนิดแข็งคือสารโมเลกุลคลอไรด์ ซึ่งเป็นสารที่ทำงานโดยจัดเรียงตัวเป็นลักษณะกลุ่มท่อ การศึกษานี้ได้สร้างชุดทดสอบโดยควบคุมความเร็วรอบคอมเพรสเซอร์และนำสารดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับระบบปรับอากาศ ผลการศึกษานี้สามารถประหยัดพลังงานได้ปีละ 789 บาท สามารถคืนทุนในระยะเวลาประมาณ 5 ปี

เสกสรร พาป้อง (2544) ศึกษาการนำเอาหลักการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มาประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตเชื้อและกระดาษจากสา โดยประเมินจากกระบวนการผลิต และเสนอแนะให้มีการจัดการออกแบบกระบวนการผลิต และปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยจะต้องให้เกิดของเสียที่น้อยที่สุด ซึ่งผลจากการวิจัยจะสามารถทำให้ประหยัดน้ำในกระบวนการผลิตประหยัดสารเคมี ประหยัดพลังงานและเพิ่มผลผลิต อันจะส่งผลให้เป็นการลดต้นทุนในด้านการผลิต และลดของเสียที่แหล่งกำเนิด ซึ่งผลการวิจัยที่ได้สามารถลดต้นทุน และลดสารเคมีได้ แสดงว่าเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสามารถใช้กับกระบวนการผลิตเชื้อและกระดาษจากสาได้

พุทธชาด เมฆทอง (2544) ศึกษากระบวนการผลิตแผ่นก๊วยเตี๋ยว โดยในกระบวนการผลิตทำให้เกิดการสูญเสียกำลังแรงงานของคนงาน และสูญเสียเวลาเป็นอย่างมากในการทำแผ่นก๊วยเตี๋ยว รวมทั้งสูญเสียแผ่นก๊วยเตี๋ยวจากการฉีกขาดเมื่อนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้โดยออกแบบ Heat Pump Dryer เพื่อเป็นการลดเวลาในการสูญเสียดังกล่าว ผลที่ได้จาก Heat Pump Dryer ทำให้ลดเวลาได้มาก พนักงานเมื่อยล้าน้อยลง มีแผ่นก๊วยเตี๋ยวฉีกขาดน้อยลง เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น

ศิโรรัตน์ อมรชัยทรัพย์ (2545) ศึกษาวิจัยถึงเรื่องของข้าวหอมมะลิ การศึกษาวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการใช้พลังงานโดยรวมทั้งหมดตั้งแต่กระบวนการสีข้าว การบรรจุข้าวและหุงข้าว โดยได้ทำการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ ซึ่งมีทั้งกระบวนการสีข้าวและบรรจุข้าวทั้งข้าวสาร และข้าวกล้องพันธุ์หอมมะลิ ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างเดียว ในกระบวนการผลิต สำหรับการหุงข้าวได้ใช้หม้อหุงข้าว 2 แบบคือแบบธรรมดาและแบบคอมพิวเตอร์ และจากการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน พบว่า การออกแบบหม้อหุงข้าวสามารถทำให้ประหยัดพลังงานได้

เอกวิษ ขไพสุวรรณ (2546) ศึกษาการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในโรงงานผลิตน้ำแข็งหลอด ซึ่งจากการศึกษาพบว่าต้นทุนส่วนใหญ่ คือ ค่าไฟฟ้าและค่าน้ำ ซึ่งการวิจัยนี้จะวิจัยเพียงเรื่องน้ำเท่านั้น จากการศึกษากระบวนการเตรียมน้ำอ่อนก่อนเข้าไปทำเป็นน้ำแข็งหลอด พบข้อเสียคือการออกแบบและการเดินระบบที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงเสนอแนะให้ปรับปรุงระบบผลิตน้ำอ่อนด้วยการเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำ โดยการติดตั้งมิเตอร์ที่ประตูน้ำและเปลี่ยนเกลือเป็นชนิดที่สะอาดกว่าเดิม ซึ่งจากการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม และการติดตั้งมิเตอร์ที่ประตูน้ำ การเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำ พบว่าการศึกษาวิจัยนี้ทำให้สามารถลดต้นทุนและประหยัดค่าใช้จ่าย ได้ปีละ 77,100 บาท และใช้เวลาคืนทุนน้อยกว่า 2 เดือน

ถนอม ไชยวงศ์ (2546) ศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจาก

กระบวนการผลิตถั่วเหลืองฝักสดแช่เยือกแข็ง เริ่มจากการศึกษาสภาพปัจจุบันของโรงงาน การจัดทำแผนผังกระบวนการผลิต การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม การประเมินการสูญเสียจากการผลิตและจัดทำโอกาสทางเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้ จากการศึกษาพบว่าการสูญเสียทางสิ่งแวดล้อมอยู่ 6 ประเด็น ได้แก่ การใช้น้ำ การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง กากอุตสาหกรรม เสียรบกวน และกลิ่น เมื่อทำการประเมินโดยละเอียดจึงทำให้ทราบว่า หากมีการนำเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขโดยวิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดจะสามารถแก้ไขผลกระทบได้ทั้ง 6 ประเด็น

กัจจ สุธะเจริญ (2546) ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในการกระบวนการผลิตนาฬิกาแขวนผนัง ซึ่งหน่วยการผลิตย่อยในโรงงานกรณีศึกษาทั้งหมด 8 หน่วย เนื่องจากมีการใช้เม็ดพลาสติกหลายชนิด และได้ติดตั้งมิเตอร์แยกส่วนจึงทำให้เกิดความสูญเสีย และเมื่อทำการศึกษาเฉพาะส่วนการประเมินโอกาสเบื้องต้น การประเมินโอกาสโดยละเอียด การศึกษาความเป็นไปได้ แล้วพบว่าการสูญเสียเม็ดพลาสติกเป็นเงิน 148,000 บาท/เดือน และยังพบการสูญเสียของถุงพลาสติก และอุปกรณ์หีบห่อ การวิจัยนี้นำเอาเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในการประเมินความสูญเสียว่าในกระบวนการผลิตสูญเสียอะไรบ้าง

สุพัตรา ตั้งจิตต์พรชัย (2547) ศึกษาวิจัยเพื่อหาสาเหตุและบริเวณที่เกิดความสูญเสียจากกระบวนการผลิตฝักคองบรรจุกระป๋อง โดยนำหลักการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้ หลังจากนั้นจึงได้พบประเด็นที่เป็นบ่อเกิดความสูญเสียทั้ง 4 จุด คือ จุดตรวจคัดฝักคอง จุดหั่นข่า จุดบดข่า และจุดหั่นแดงคอง เมื่อนำหลักการของเทคโนโลยีการผลิตมาและเสนอวิธีการปรับปรุง ได้แก่การออกแบบโต๊ะต่างๆ ออกแบบเชิง และหาระยะเวลาต้นทุน คิดเป็นมูลค่าที่สามารถประหยัดได้เป็น 44,665 บาท/ปี

พัฒนียา ชมนบุญ (2547) ศึกษาเพื่อหาสาเหตุความสูญเสียและเสนอแนวทางในการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ซึ่งจากผลการศึกษาพบเกิดความสูญเสียพลังงานไฟฟ้าจาก 4 ประเด็น คือ การคัดลูกไก่ การตรวจรับไข่ฟัก การเก็บไข่ฟักในห้องเย็น และการทำความสะอาดอุปกรณ์ โดยพบว่าพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียเกิดจากการใช้บัลลาสต์ที่ไม่เหมาะสม การทำงานอย่างต่อเนื่องของมอเตอร์ปั้มน้ำที่ใช้ในระบบระบายอากาศการเปิดคอมไฟไว้ในขณะไม่ปฏิบัติงาน และการใช้พลังงานเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำมากเกินไป จากการศึกษาวิจัยและประยุกต์เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ได้เสนอการติดตั้งบัลลาสต์ต้นทุนต่ำ การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาการทำงานของมอเตอร์ การปิดคอมไฟขณะที่ไม่ทำงาน การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังแสงอาทิตย์ ซึ่งทั้งหมดของการศึกษาวิจัยสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ถึง 204,331 บาท/ปี มีการใช้ไฟฟ้าลดลงถึงร้อยละ 22

ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี (2547) ศึกษาวิจัยเพื่อวิเคราะห์การประหยัลดพลังงานขอระบบระบายอากาศในไซโลเก็บข้าวเปลือก โดยการทำงานได้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ออกแบบและพัฒนาระบบเก็บข้าวเปลือกต้นแบบ พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับทำนายอุณหภูมิข้าวเปลือก และการทดสอบสมรรถนะของระบบ โดยจากการศึกษาพบว่า เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นหลังการสีลดลงจาก 55.9 % เหลือ 54.9% และเมื่อเสนอแนวทางจากการศึกษาจึงทำให้ พบว่าสามารถชะลอการลดลงของเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวได้ถึงร้อยละ 0.75 ต่อเดือน

ณัฐสุดา สิงห์เสนี (2548) ศึกษาวิจัยการประเมินโอกาสทางเทคโนโลยีสะอาดในการผลิตแอมพูนไนไฟรประคำดีควาย ณ จังหวัดลำปาง โดยประเมินหาสาเหตุและบริเวณที่มีการสูญเสียและเสนอแนวทางปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีของเสียที่น้อยที่สุด เมื่อศึกษาวิจัยพบว่าเกิดการสูญเสีย 4 ประเด็นหลักคือ การไหลทิ้งของคอนเดนเสท การใช้น้ำในกระบวนการหล่อเย็นแอมพูน การชำระล้างของหม้อน้ำไอน้ำ และพฤติกรรมการทำงานของพนักงานที่ไม่เหมาะสมจึงเสนอแนวทางปรับปรุงให้นำคอนเดนเสทที่ไหลทิ้งกลับมาใช้ใหม่ติดตั้งหัวฉีดน้ำทำให้ปริมาณการใช้น้ำลดลง และซ่อมแซมหม้อน้ำไอน้ำที่ชำรุด และการวิจัยนี้สามารถทำให้เจ้าของโรงงานประหยัดได้ปีละ 2,061.60 บาทและพนักงานสามารถทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้น

นนท์ สำราญทรัพย์ (2549) ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง โดยประเมินหาสาเหตุและความสูญเสียในกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง โดยพบจุดสูญเสีย 2 ประเด็นหลักคือ 1. การสูญเสียเมล็ดข้าวโพด และ 2 . การสูญเสียน้ำมันเตาในรูปของความร้อนที่ผิวของท่อส่งไอน้ำ โดยผู้วิจัยเสนอให้มีการคัดแยกขนาดข้าวโพดก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตและให้กลับใบมีด 2 ครั้งต่อกะการทำงาน ส่วนในเรื่องของน้ำมันเตาเสนอให้หม้อน้ำไอน้ำเพื่อลดความสูญเสียความร้อนและเสนอให้โรงงานติดตั้งเครื่องตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในอากาศเพื่อปรับแต่งระบบการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งการวิจัยนี้สามารถวัดมูลค่าการประหยัดรวมได้ถึง 351,174.43 บาท/ปี

ลงกรณ์ ผาทอง (2549) ศึกษาวิจัยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการบ่มใบยาสูบของสถานีบ่มใบยาสูบสันกลาง วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนและปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดจากการใช้ถ่านหินลิกไนต์ ใช้ซังข้าวโพด และใช้ถ่านหินลิกไนต์ผสมกับซังข้าวโพดเพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับบ่มใบยาสูบการวิจัยพบว่าการใช้ซังข้าวโพดเพียงอย่างเดียวเป็นเชื้อเพลิง และไม่พบก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ส่วนการใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างถ่านหินลิกไนต์ผสมกับซังข้าวโพดตามอัตราส่วนความร้อนระหว่างลิกไนต์กับซังข้าวโพดพบว่าเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณตามอัตราส่วน เมื่อเปรียบเทียบต้นทุน



วัตถุดิบแล้วการใช้ขงข้าวโพดเพียงอย่างเดียว เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการปมปใบยาสูบ ใช้การเปรียบเทียบจากการลงทุน

ธนัญญา กนกกาญจน์กุล (2549) ศึกษาความพึงพอใจของบุคลากรในโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรที่มีต่อการให้บริการเครือข่ายกิจกรรมฝึกงานเทคโนโลยีสะอาดของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นการศึกษาวิจัยอีกรูปแบบหนึ่งที่นำเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ โดยใช้เป็นแบบสอบถามเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากบุคลากรภายใน 17 โรงงาน โรงงานละ 2 คน แล้วเอาข้อมูลที่ได้มาประมวลผลโดยใช้ ค่าสถิติ ความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละช่วงของกิจกรรมพบว่าแบบสอบถามความพึงพอใจก่อนเข้าร่วมเครือข่ายฯ อยู่ในระดับมาก แต่ให้ความพึงพอใจปานกลางในเรื่องการประชาสัมพันธ์ในการเข้าร่วมเครือข่ายฯ

วัฒน์ ภูมรกด (2549) การศึกษาการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในการพัฒนาการผลิตน้ำแข็งในโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยใช้หลักวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมที่เน้นการมีส่วนร่วมอย่างสำคัญจากทุกฝ่ายในทุกขั้นตอน พนักงานมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และมีเจตคติที่ดีคือเห็นด้วยในการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

สุวรรณี ฉลิมถาวรบุรณ์ (2550) ศึกษาปัญหางานพิมพ์ต่างๆ โดยนำหลักการของเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหา หลังจากการศึกษาวิจัยพบว่า ปัญหางานพิมพ์มีมากมาย เช่น งานพิมพ์เหลื่อม คราบสกปรกสีอ่อน จุดขึ้นหมึกบนสิ่งตีพิมพ์ เมื่อนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้ส่งผลทำให้ปัญหางานพิมพ์เหลื่อมเกิดปัญหาน้อยลง และลดของเสียได้

Xin Ren (1998) ศึกษาการสรุปความสำเร็จของโครงการการผลิตที่สะอาด (CP) ในอุตสาหกรรมกระดาษของประเทศจีน จากแนวคิดทางอุตสาหกรรมและกฎหมายทางสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ Clean Production (CP) เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงเทคโนโลยี การปรับแก้เครื่องมือ การใช้ซ้ำและการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งพบว่าของเหลวสีดำ (BL) เป็นปัญหาหลักของอุตสาหกรรมกระดาษ ที่ไม่ได้ผลิตจากต้นไม้ของประเทศจีน ซึ่งเมื่อนำการผลิตที่สะอาด (CP) มาประยุกต์ใช้ก็ทำให้ผลออกมาในด้านบวก ทั้งความสูญเสียในการผลิตและต้นทุนที่ลดลงและยังทำให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งภายในการผลิตอย่างสะอาดที่ซ่อนอยู่ว่ามีประโยชน์มากเพียงใด จากการศึกษาทำให้เข้าใจความหมายของ Clean Production (CP) ที่ยั่งยืน ทั้งในระดับโรงงานผลิตและระดับชาติ ที่เน้นย้ำบนพื้นฐานกลไกระดับชาติและระดับนานาชาติที่มีการนำ Clean Production (CP) ไปใช้อย่างต่อเนื่อง และอุตสาหกรรมอื่นๆต่อไป

Wilhelm Schramm (1998) ศึกษาการนำเทคโนโลยีสะอาดในโปรแกรมการทำงานลำดับที่ 4 ของ EU ซึ่งบทบาทของเทคโนโลยีสะอาดในโปรแกรมการทำงานลำดับที่ 4 ของ EU มีความสำคัญต่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี หัวข้อนี้เป็นการนำเสนอการวิเคราะห์โครงการที่

ได้รับการยอมรับทางเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม การวิเคราะห์รวมถึง “สิ่งแวดล้อมและสภาพอากาศ” และ “เทคโนโลยีทางอุตสาหกรรมและวัสดุ” ทั้งวัตถุประสงค์และองค์ประกอบของโครงการตระหนักถึงการป้องกันที่แหล่งกำเนิดซึ่งมีการเปรียบเทียบโปรแกรมนี้กับโปรแกรมอื่นๆ ด้วย ยิ่งไปกว่านั้นการแนะนำที่กำหนดขึ้นมักจะตระหนักถึงองค์ประกอบของโปรแกรมในอนาคต ด้วย ซึ่งบทบาทของเทคโนโลยีสะอาดในโปรแกรมการทำงานลำดับที่ 4 ของ EU สามารถทำให้โปรแกรมดังกล่าวใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูง

Carol Boyle (1999) ศึกษาการผลิตที่สะอาดและยั่งยืน เป็นการรวมเอาการผลิตที่สะอาดเข้ากับเทคโนโลยี ในธุรกิจและอุตสาหกรรมต้องการความเชี่ยวชาญเพื่อให้ได้มาซึ่งการฝึกฝนและการส่งเสริมความรู้ที่เหมาะสม ในปัจจุบันโปรแกรมของมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ยังเป็นโปรแกรมที่ดูแลด้านสิ่งแวดล้อมไม่ครบถ้วน ดังนั้นแนวคิดของการศึกษานี้จึงประยุกต์การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมกับหลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ เช่น การออกแบบ การตลาด และการบริการ เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่ออธิบายถึงความต้องการสำหรับการรวมการพัฒนาอย่างยั่งยืนในการปฏิบัติอย่างเชี่ยวชาญและการศึกษา และการใช้ทางหลักวิศวกรรม

Hilson (2002) ศึกษาการใช้ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ซึ่งเป็นกุญแจเพื่อความสำเร็จในการผลิตที่สะอาด การศึกษานี้เป็นการทดสอบการปฏิบัติในธุรกิจของการรวมเอาระบบการจัดการทางสิ่งแวดล้อม(EMS) เข้ากับการดำเนินระบบที่เกี่ยวข้องกับเหมืองแร่ สามารถสรุปได้ว่าการผลิตที่สะอาด (CP) สามารถช่วยการจัดการทางสิ่งแวดล้อม(EMS) ของอุตสาหกรรมเหมืองแร่ได้

Ralph A. Luken (2004) ศึกษาวิจัยเรื่องการนำเสนอเชิงโปรแกรมของศูนย์การผลิตเครื่องทำความสะอาดแห่งชาติเกี่ยวกับ UNIDO/UNEP โดย The United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) และ United Nations Environment Programme (UNEP) ได้จับมือกันสร้างโปรแกรม National Cleaner Production Centers (NCPCs) ในปี 1995 ด้วยการลงทุน 8 ศูนย์ เมื่อนำ Clean Production (CP) มาประยุกต์ใช้ จึงได้แนะนำลูกค้าว่าควรจะหาวิธีการอย่างไรให้แก้ไขปัญหาเฉพาะได้ดีที่สุด เพื่อให้เกิดแนวคิดในการแก้ไขปัญหาเฉพาะด้านวิธีการใช้แนวคิดของ Clean Production (CP) ในระดับโรงงานเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการชี้แจงและการจัดการโรงงานเป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามการเผยแพร่และการประยุกต์ใช้แนวคิด Clean Production (CP) ในธุรกิจขนาดเล็กและขนาดใหญ่ (SMEs) บนพื้นฐานข้อดีทางการเงินและไม่ได้เกิดขึ้นได้ง่ายๆ ดังนั้นจึงมีต้องเผยแพร่แนวคิดผ่านการส่งเสริม (การเพิ่มความตระหนัก และการฝึกฝน) ต่อไปในระดับชาติ

Kasikowski et al. (2004) ศึกษาการผลิตที่สะอาดในอุตสาหกรรมผลิตแอมโมเนีย-

โซดา : การศึกษาทางนิเวศวิทยาและเศรษฐศาสตร์มีวิธีการ 5 วิธีเพื่อลดผลกระทบทางลบของโรงงานผลิตโซดาแอช ต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาวิจัย และ การทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่าสามารถหาวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง ในการผลิตโซดาแอช ละส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าการศึกษาวิจัยนี้ให้ประโยชน์ทางการเงินแก่โรงงานผลิตโซดาและให้คุณค่าทางวัฒนธรรม และสามารถนำผลจากการทดลองในห้องทั้งสองสามารถยืนยันได้จากการนำไปใช้จริงในโรงงาน

Fitzgerald Yaw Jr et al. (2005) ศึกษาเทคโนโลยีสะอาดเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน เนื่องจากนักท่องเที่ยว ปัจจุบันองค์กรต่างเริ่มให้ความสำคัญในการเลือกเป้าหมายของการท่องเที่ยว ปัจจัยหลักที่มีความสำคัญในตัวเลือกคือคุณภาพของจุดหมายปลายทางที่เลือก ผู้วางแผนการท่องเที่ยวจะต้องการความยั่งยืนในปลายทางและความหลากหลายหัวข้อที่มีการป้องกันสิ่งแวดล้อมและเป็นการอนุรักษ์ การศึกษานี้เป็นกรณีศึกษาเพื่อนำเสนอความเชื่อมโยงระหว่างการใช้เทคโนโลยีสะอาดซึ่งเป็นเรื่องหลักทางสิ่งแวดล้อมกับการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน พบว่าเทคโนโลยีสะอาดมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มขึ้นของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในแคริบเบียน และยังพบว่ามีกลุ่มนักท่องเที่ยวที่สนใจการพัฒนาผลผลทางการท่องเที่ยวที่เป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม

Michael Koefoed (2008) ศึกษาการใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมโลหะขั้นปลายของแอฟริกาใต้ โดยการผลิตในแต่ละกระบวนการมักจะได้รับการเน้นย้ำและเป็นกลยุทธ์เพื่อสนับสนุนการนำเสนอ การศึกษาเทคโนโลยีสะอาด ผลจากการรวบรวมในช่วงปี 2000-2005 พบว่ามีโรงงานแบบสมบูรณ์แบบมากกว่า 12 แห่ง ที่สร้างเทคโนโลยีสะอาดได้ดีที่สุดด้วยระยะเวลาต้นทุนเพียง 1.8 ปี จากผลการวิจัยทำให้การบริหารด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดความสามารถในการกระตุ้นการแพร่กระจายของเทคโนโลยีสะอาดและสามารถทำให้เข้าถึงระดับนานาชาติได้อย่างรวดเร็ว

2.4.2 การใช้ซ้ำหรือการนำกลับมาใช้ใหม่

พัชรี ธรรมเดชศักดิ์ (2545) ศึกษาการนำเอาเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประเมินและศึกษาปริมาณการใช้ทรัพยากร (น้ำ) ประเมินมลพิษ (น้ำเสีย) ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตนมพาสเจอร์ไรซ์ จากการศึกษาวิจัยพบว่าโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จะเกิดการสูญเสีย น้ำจากกระบวนการล้างวัสดุอุปกรณ์เป็นส่วนใหญ่และใช้น้ำในปริมาณมากกว่าโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กซึ่งโรงงานขนาดเล็กจะมีกำลังการผลิตต่ำกว่ามีเครื่องจักรและอุปกรณ์น้อยกว่า ดังนั้นจึงใช้น้ำน้อยกว่าและส่วนใหญ่การสูญเสียจากการผลิตนมพาสเจอร์ไรซ์จะมาจาก การทำนํ้านมหกหล่นแล้วต้องทำความสะอาด ดังนั้นเมื่อนำเอาหลักการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้จึงต้องมุ่งเน้นที่การใช้น้ำและพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่สุด

เป็นหลักรวมถึงพัฒนากระบวนการผลิตให้สูญเสียให้นมน้อยที่สุด โดยการออกแบบให้เพิ่มหัวฉีดที่สายยางขณะล้างทำความสะอาดจะสามารถลดการใช้น้ำได้ถึง 50 %และเสนอให้มีการใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุมการใช้น้ำและเสนอให้มีการใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุมการป้อนน้ำนมและการใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุมการฟฟ้า จากผลการวิจัยสารทำให้โรงงานผลิตนมพาสเจอร์ไรซ์มีประสิทธิภาพและศักยภาพสูงขึ้น

จุฑารัตน์ อริยะธรรมถาวร (2546) ศึกษาวิจัยการประยุกต์เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเพื่อนำน้ำเสียจากกระบวนการย้อมสีผ้ากลับไปใช้ซ้ำ และไปบำบัดเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ได้ และได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำย้อมผ้าและสำรวจปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตการย้อมสีผ้าแล้วนำไปตรวจสอบเพื่อหาวิธีการและแนวทางแก้ไข จากนั้นรวบรวมข้อมูลและการหาวิธีการบำบัดที่เหมาะสม โดยวิธีการแรกคือ การนำน้ำล้างผ้าชั้นสุดท้ายไปใช้โดยตรงเพื่อล้างผ้าในขั้นตอนแรก โดยออกแบบขนาดถังพักเพื่อเก็บรวบรวมน้ำเสียสำหรับการนำไปใช้ซ้ำ วิธีที่สองคือการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำกลับไปใช้ใหม่ โดยขบวนการออสโมซิสผันกลับแล้วนำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตและในหม้อต้มไอน้ำทำให้ประหยัดต้นทุนในการใช้น้ำเป็นจำนวนมากและสามารถนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่ได้

สายรุ้ง จินตนา (2547) การศึกษาวิจัยเชิงทดลอง โดยการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต โดยมีความมุ่งหวังเพื่อที่จะลดปริมาณน้ำใช้ ปริมาณน้ำเสีย และลดค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำ จากการวิจัยสามารถลดปริมาณน้ำใช้ได้ถึง 40.79 % ลดปริมาณน้ำเสียได้ถึง 55.04% และลดค่าใช้จ่ายจากการใช้น้ำได้ถึง 40.79 %

Jae-Sok Kim et al. (1997) ศึกษาการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมการหมักแอลกอฮอล์ซึ่งระบบการปลดปล่อยที่มีค่าเป็นศูนย์ในอุตสาหกรรมการหมักแอลกอฮอล์พัฒนาจากการนำน้ำกลั่นกลับมาใช้อีก ซึ่งการนำน้ำที่ผ่านการกลั่นเรียกว่า distillage โดยที่ distillage นี้สามารถเป็นน้ำเพื่อการปรุงในขั้นตอนการหมักต่อไปได้หลังจากผ่านการบำบัดอย่างเหมาะสมแล้ว การกรองระดับเล็ก (ultrafiltration) ที่มีเซรามิกเมมเบรน กระบวนการใหม่ยืนยันได้ว่ามีความเสถียรตลอดระยะเวลาการนำกลับมาใช้ซ้ำ 8 ครั้ง เทคโนโลยีสะอาดใหม่นี้สามารถนำมาใช้ได้ ในอุตสาหกรรมการหมักเหล้าโดยปราศจากการใช้กระบวนการบำบัดทางชีวภาพ

Sangho Lee et al. (1997) ศึกษาวิจัยเรื่องเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมผลิตแก้วคริสตัล ซึ่งการขัดคริสตัลด้วยกรด ก่อให้เกิดของเสียที่ปนเปื้อนด้วยตะกั่วและฟลูออไรด์เป็นปริมาณมาก ซึ่งการปลดปล่อยสารเหล่านี้มีข้อกำหนดที่จำกัดในประเทศเกาหลี หากมีปริมาณมากเกินไปเกินมาตรฐานทำให้ผิดกฎหมายได้ อย่างไรก็ตามการนำเทคโนโลยีต่างๆการบำบัดก็เป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ และไม่สามารถทำให้ได้ระดับของเสียสะอาดพอที่จะสามารถปลดปล่อยออก

สู่สิ่งแวดล้อมได้ตามมาตรฐาน วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อพัฒนาระบบการปลดปล่อยที่ใกล้ศูนย์ในอุตสาหกรรมการผลิตแก้วคริสตัล ซึ่งนำน้ำที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ในกระบวนการอีกครั้ง

Guoa, H.C et al. (2006) ศึกษาการผลิตแอลกอฮอล์ในประเทศจีน โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในการแก้ไขปัญหาด้านมลภาวะ จัดเป็นอุตสาหกรรมระดับชาติ แต่อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกับชุมชน โดยเกิดกลิ่นเหม็นจากแก๊สมีเทน และจากกระบวนการหมัก จนเกิดเป็นปัญา ดังนั้นเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ไขปัญหาผลที่ได้จากการวิจัย สามารถลดปริมาณน้ำทิ้ง และสามารถประหยัดพลังงานได้

H.C. Guo et al. (2006) ศึกษาเรื่องการประเมินทางเลือกสำหรับการผลิตที่สะอาดสำหรับการอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ในประเทศจีนของโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ Shouguang ซึ่งอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ในจีนมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศจีนมาก ปัญหาที่เกิดขึ้นคือความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมและการส่งผลกระทบต่อชุมชนท้องถิ่น เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด Clean Production (CP) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดการปลดปล่อยของเสียและรักษาทรัพยากร ซึ่งมักจะเป็นที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแอลกอฮอล์ในประเทศที่กำลังพัฒนา ส่วนในประเทศจีน เทคโนโลยีดังกล่าวมีบทบาทมากในโรงงานหลายแห่ง อย่างไรก็ตามการประเมินและวิธีที่นำไปใช้เทคโนโลยี Clean Production (CP) ในโรงงานแอลกอฮอล์ของประเทศจีนยังคงขาดแคลน การแก้ไขปัญหาที่ต้องการทางเลือกในการผลิตที่สะอาดเพื่อการแก้ไข โดยมีทางเลือก Clean Production (CP) ที่นำมาเป็นทางเลือกทั้งหมด 5 ทางเลือกที่ผ่านการคัดเลือก เป็นวิธีที่ผ่านการสำรวจในโรงงาน จากการศึกษาทำให้เกิดการสนับสนุนทางทฤษฎีและทางปฏิบัติสำหรับการผลิตที่สะอาดและการพัฒนาอย่างยั่งยืนในอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ของประเทศจีน

Sohair I (2007) ศึกษาวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในอุตสาหกรรมเคมี ซึ่งมุ่งเน้นในเรื่องการปลดปล่อยมลพิษเข้าใกล้ศูนย์โดยมีวัตถุประสงค์หลักของการศึกษาคือเพื่อศึกษาและวัดโอกาสของการใช้วิธีการป้องกันสิ่งแวดล้อมและการลดของเสียในอุตสาหกรรมเคมี ซึ่งอุตสาหกรรมนี้ผลิตสาร poly sulfonated naphthalene formaldehyde เพื่อใช้เป็นสาร plasticizer สำหรับคอนกรีต ปัญหาสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นเกิดจากการปนเปื้อนสารนี้ในน้ำเสียเป็นจำนวนมากและยังมีลักษณะของแข็งคล้ายเค้กปนเปื้อนในน้ำด้วย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกวิธีการตรวจวัดและการประเมินราคา ซึ่งวิธีการเหล่านี้ได้แก่การนำน้ำที่ผ่านการบีบออกจากของแข็งมาใช้ใหม่ การนำน้ำล้างมาใช้ในถังปฏิกิริยา การใช้ระบบหล่อเย็นแบบปิดสำหรับปั๊มความดันสูง การควบคุมดูแลการรั่วไหลของวัสดุ การควบคุมดูแลการรั่วไหลของวัสดุ ผลิตภัณฑ์และน้ำ

และการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ที่เหลือจากของเสียที่เป็นของแข็งในขั้นสุดท้าย ทำให้เกิดลงทุนอย่างมีประสิทธิภาพและมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้น และยังเป็น การลดปริมาณของเหลวและสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วด้วย

Orathai Chavalparit (2008) ศึกษาเรื่องเทคโนโลยีสะอาดสำหรับอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังในประเทศไทย ด้วยอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังเป็นอุตสาหกรรมอาหารขนาดใหญ่ แต่การเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังทำให้เกิดมลภาวะทางน้ำอย่างหนัก เพราะเป็นแหล่งผลิตของเสียที่เป็นของแข็งและน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง การศึกษานี้เป็นการนำทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาดเพื่อปรับปรุงสิ่งแวดล้อมของโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังในประเทศไทย โดยการเลือกโรงงานผลิตแป้ง 8 แห่ง ทั้งในแง่ของการลดปริมาณน้ำเสียและการใช้พลังงาน จากการศึกษาสรุปได้ว่าการนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ (reuse) และนำน้ำกลับมาเข้ากระบวนการใหม่ (recycle) การปรับปรุงเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตและการใช้แก๊สชีวภาพเพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้ การนำวิธีการเหล่านี้ไปใช้ในอุตสาหกรรมจึงแสดงให้เห็นว่ามีการลดการสูญเสียแป้ง และการประหยัดน้ำและเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม เพื่อติดตั้งระบบการปลดปล่อยเป็น 0 นี้ จึงมีการรวมเอาการกรองชั้นนาโนเข้ากับการตกตะกอนด้วยสารส้มเพื่อกำจัดไอออนที่เกิดขึ้น เช่น แคลเซียม ซัลเฟต และซิลิเกต จากน้ำเสีย และเพื่อให้ได้น้ำที่มีคุณภาพสูงกลับมาใช้ใหม่ เทคโนโลยีสะอาดนี้ได้นำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมแก้วคริสตัลและทำให้มีการพัฒนา 4 อย่าง ได้แก่ การอนุรักษ์น้ำ, การบำบัดน้ำเสีย, การนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ใหม่ และการลดสิ่งอำนวยความสะดวกในการบำบัดน้ำเสียได้

Georg Steinhauser (2008) ศึกษาการผลิตที่สะอาดในกระบวนการโซลเว็กซ์ซึ่งกระบวนการโซลเว็กซ์เป็นกระบวนการผลิตโซดาแอช ซึ่งทำให้เกิดของเสียทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวตลอดระยะเวลา 10 ปีหรือร้อยปี ในการศึกษาแนะนำเสนอแหล่งของเสียจากกระบวนการโซลเว็กซ์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่ามีการทิ้งทั้งที่เป็นของเสียชนิดน้ำ เป็นของของเสียชนิดแข็ง และเป็นของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารละลายเกลือ ดังนั้นจึงสรุปว่าการผลิตที่สะอาดสามารถทำได้โดยการใช้วัตถุดิบที่สะอาดหรือใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยลดการเกิดของเสียที่แหล่งกำเนิด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์ อุตสาหกรรมเคมี ฯลฯ ต่างนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเข้ามาประยุกต์ใช้ในโรงงาน เพื่อช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงาน ดังนั้นแต่ละอุตสาหกรรมจึงเลือกวิธีการที่หลากหลายของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด หรือบางอุตสาหกรรมเลือกใช้ทั้ง 2 วิธี เมื่อดำเนินไปตามวิธีการที่

เหมาะสม ก็จะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้และทำให้ประหยัดมากขึ้น สำหรับบางประเภท
อุตสาหกรรมให้ความสำคัญด้านความเข้าใจของพนักงานในเรื่องของความตระหนักต่อความ
รับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อม หรือตระหนักและเข้าใจต่อการใช้ต้นทุนอย่างคุ้มค่า ฯลฯ ดังนั้นจะเห็น
ได้ว่าเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสามารถประยุกต์ได้กับโรงงานได้หลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภท
โรงงานจะสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดได้เพื่อนำมาเพิ่ม
ศักยภาพของโรงงาน อย่างยั่งยืน

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

จากขอบเขตงานวิจัยที่ได้กำหนดแล้ว ต่อมาจึงเริ่มศึกษา ทฤษฎีของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด “Cleaner Technology” ว่าทฤษฎีดังกล่าวมีวิธีการอย่างไรบ้าง และศึกษากระบวนการผลิตทุกขั้นตอนของการสีข้าวของโรงสีตัวอย่าง ชื่อ บริษัท โรงสีพิบูลดอกลูกคุณเกษตรไทย จำกัด ตั้งอยู่ ณ อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี ศึกษาการบริหารองค์กรของโรงสีดังกล่าว ศึกษา พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า และศึกษาเส้นทางการไฟฟ้า (Single Line Diagram) ศึกษาประสิทธิภาพของมอเตอร์หลักเช่น มอเตอร์เครื่องขัดมัน เป็นต้น ศึกษาระบบขนส่งย่อยภายในโรงสีข้าวตัวอย่าง ศึกษา การคำนวณค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ศึกษาช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าแบบ TOU ศึกษา ค่าใช้จ่ายเรื่องไฟฟ้าจากระบบแสงสว่างในโรงงานตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงใช้ทฤษฎีของเทคโนโลยี การผลิตที่สะอาด “Cleaner Technology” มาประยุกต์กับหัวข้อที่ศึกษา ดังนั้นการทำวิจัยของหัวข้อนี้ จึงเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด วิธีที่ 1 คือ วิธีการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดเลือกวิธีการ เปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต โดยการปรับปรุงกระบวนการผลิต

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย

3.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กขนาด Pentium M 740 ฮาร์ดดิสก์ 60 GHz มี หน่วยความจำ 512 MB RAM

3.1.2 เครื่องวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส (POWER ANALIZER AND TESTER HT - ITALIA)

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

3.2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ ดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
ดังนี้

3.2.1.1 การสำรวจสถานภาพทั่วไป

โดยสำรวจข้อมูลทั่วไปของบริษัท โรงสีข้าวพืบลดออกคุณเกษตร จำกัด ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต การใช้ปัจจัยการผลิต ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในกระบวนการสีข้าว โดยรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร ดังรายละเอียดตาม ภาคผนวกที่ ก-ง ข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วย

- 1) ประเภทธุรกิจ
- 2) ทุนจดทะเบียน
- 3) จำนวนพนักงาน
- 4) เวลาการทำงาน
- 5) ข้อมูลทางผลิตภัณฑ์
- 6) การใช้ปัจจัยการผลิต
- 7) การจัดการเรื่องมลภาวะ
- 8) ภาพรวมของโรงงานและสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์
- 9) ข้อมูลอื่นๆ
- 10) ศึกษาอุปกรณ์ควบคุมภาระใช้งานมอเตอร์

นอกจากนี้ยังทำการสำรวจบริเวณโดยรอบโรงงาน และทำการบันทึกข้อมูลกระบวนการผลิต เพื่อให้เห็นภาพของการใช้มอเตอร์ต่างๆ และพลังงานที่ใช้ในกระบวนการสีข้าว และต้นทุนด้านอื่นๆ

3.2.1.2 การประเมินเบื้องต้น

เก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าต่างๆในกระบวนการผลิตของโรงสีดังกล่าว เช่น ค่าใช้ไฟฟ้าต่อเดือนในการสีข้าว และอบลดความชื้นข้าวเปลือก โดยสำรวจแผนผังการติดตั้งเครื่องจักร สำรวจและเก็บข้อมูลเส้นทางการขนส่งภายในโรงงาน จำนวนคนงานในแต่ละกระบวนการผลิต สำรวจและเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในแต่ละกระบวนการผลิต สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้มอเตอร์ในกระบวนการสีข้าวและการอบเมล็ดข้าวโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (MOTOR ANALIZER) สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้หลอดไฟและระบบแสงสว่างภายในโรงงาน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดลำดับประเด็นความสำคัญแล้วนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา และรายละเอียดที่นำมาประเมินมีดังนี้

- 1) ด้านการขนส่งข้าวเปลือกภายในโรงงาน ข้อมูลที่เก็บรวบรวมศึกษาได้แก่ จำนวนคนงาน คนขับรถขนข้าว จำนวนคนขับรถตักข้าว ค่าน้ำมันดีเซล เวลาที่ใช้ ระยะทางที่ใช้ ลำดับการทำงานและวิธีการ

- 2) ด้านช่วงเวลาการอบเมล็ดข้าวเปลือก ได้แก่ เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก จำนวนคนงาน ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ค่าใช้ไฟฟ้า พื้นที่สำหรับการตากข้าว
- 3) ด้านการใช้มอเตอร์ ได้แก่ มอเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการสีข้าว การขัดขาว การขัดมัน ประสิทธิภาพของมอเตอร์ในกระบวนการสีข้าว การขัดขาว การขัดมัน ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และค่าไฟฟ้า
- 4) ด้านระบบแสงสว่าง ได้แก่ จำนวนหลอดไฟสปอร์ตไลท์ พลังการติดตั้งไฟสปอร์ตไลท์ ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า

3.2.1.3 การตรวจประเมินโดยละเอียด

โดยการคัดเลือกวิธีการทางเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลที่ศึกษาและเก็บรวบรวม

3.2.2 ข้อมูลทฤษฎี

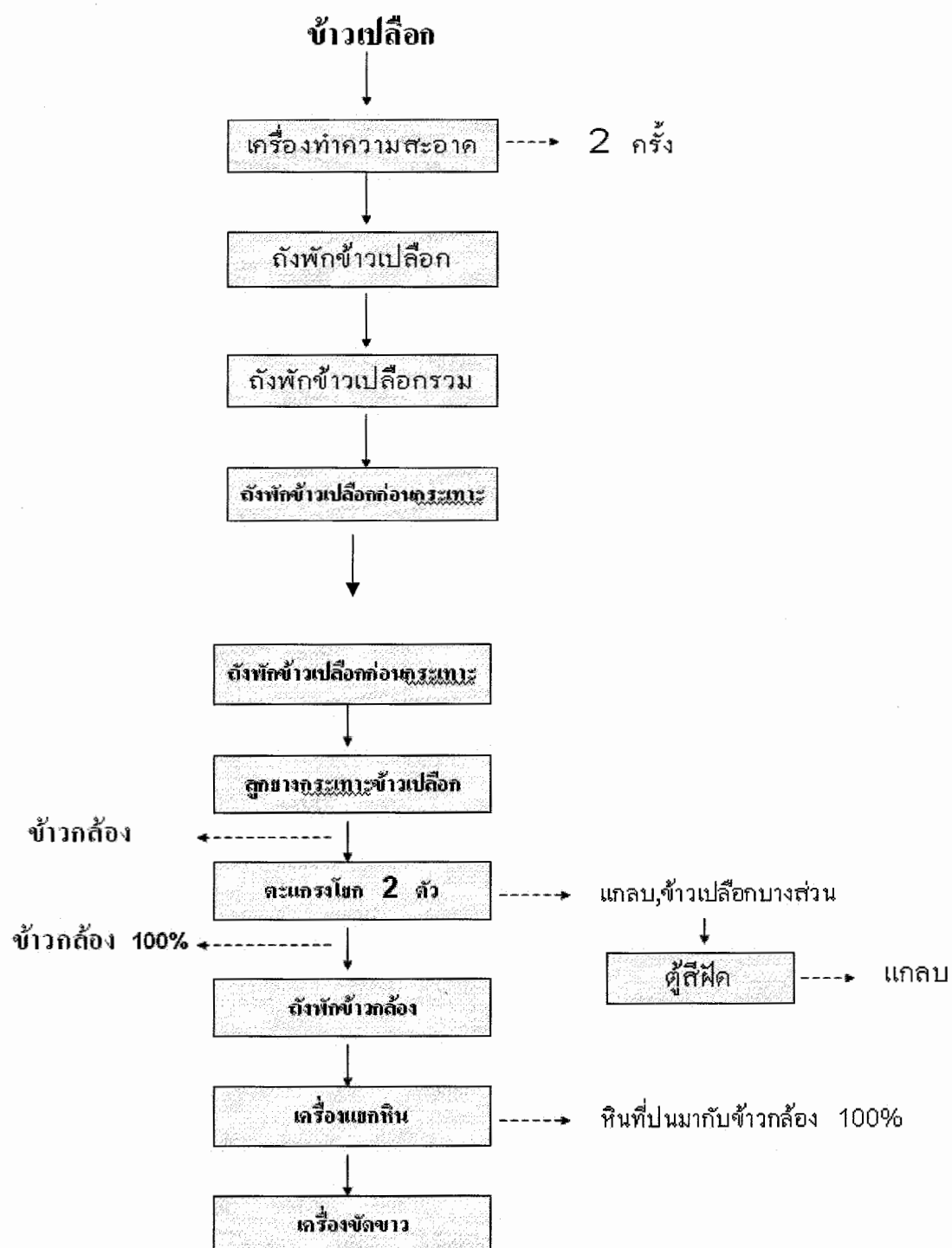
เก็บรวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายทั้ง 4 ด้านที่ศึกษา แล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบการประหยัดค่าใช้จ่ายก่อนและหลังการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

3.2.2.1 เสนอแนะแนวทางที่ประยุกต์ใช้วิธีการทางเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

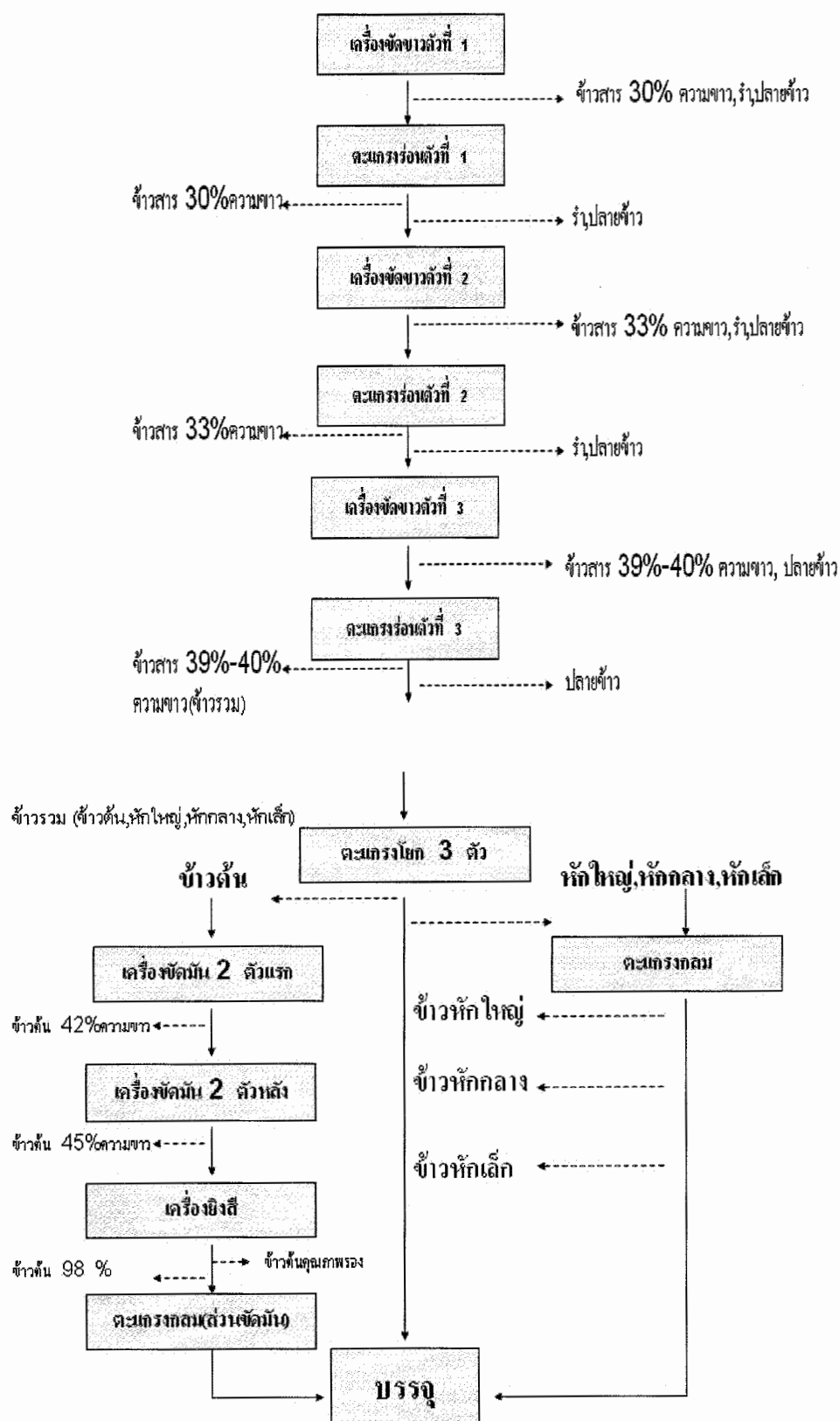
โดยการเลือกวิธีลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด โดย ใช้การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี และการปรับปรุงกระบวนการดำเนินการ

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 ศึกษากระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงสีข้าว และกระบวนการอบข้าวจากการศึกษาพบว่าโรงสีมีกระบวนการผลิตดังนี้



ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงสีข้าว และกระบวนการอบข้าว



ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงสีข้าว และกระบวนการอบข้าว (ต่อ)

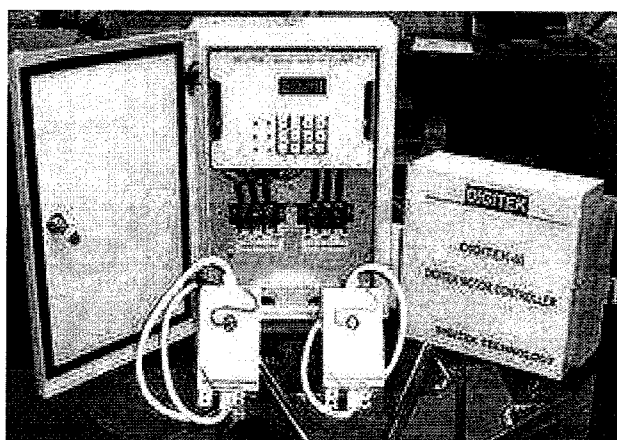
จาก Flow Diagram ดัง (ภาพที่ 4 - ภาพที่ 5) แสดงถึงกระบวนการผลิตของโรงสีข้าวตัวอย่างซึ่งอธิบายเป็นขั้นตอนจากขั้นตอนแรกคือ เมื่อได้ข้าวเปลือกที่ซังแล้วเข้าสู่กระบวนการทำความสะอาด โดยเครื่องทำความสะอาด 2 ครั้ง แล้วส่งไปยัง ถังพักข้าวเปลือกแรก ต่อมาส่งต่อไปยังถังพักข้าวเปลือกกรม เพื่อรอส่งต่อกระบวนการกะเทาะข้าวเปลือก เมื่อสู่กระบวนการผ่านลูกยางกะเทาะข้าวเปลือกแล้วจะได้ผลผลิตแรก ข้าวกล้อง ต่อมาผ่านตะแกรงโยก 2 ตัว จะได้ แกลบ และข้าวเปลือกบางส่วน และในส่วนแกลบ และข้าวเปลือกบางส่วน จะผ่านตู้สีฟัดอีกเพื่อ เอาแกลบแยกออกจากข้าวเปลือกบางส่วนและนำข้าวเปลือกบางส่วนกลับมากะเทาะใหม่ ส่วนข้าวกล้อง 100% ที่ได้ จะส่งเข้าสู่ถังพักข้าวกล้อง แล้วนำไปแยกหินออก เมื่อแยกหินออกแล้ว จะส่งสู่เครื่องขัดขาวตัวที่ 1 จะได้ผลผลิตคือข้าวสาร 30% ส่งต่อตะแกรงร่อนตัวที่ 1 เพื่อแยกรา และปลายข้าวออก ส่งสู่เครื่องขัดขาวตัวที่ 2 จะได้ผลผลิตคือข้าวสาร 33% ส่งต่อตะแกรงร่อนตัวที่ 2 เพื่อแยกรา และปลายข้าวออก ส่งสู่เครื่องขัดขาวตัวที่ 3 จะได้ผลผลิตคือข้าวสาร 39% - 40% ความขาว(ข้าวรวม) ส่งต่อตะแกรงร่อนตัวที่ 3 เพื่อปลายข้าวออก

ข้าวรวม หมายถึง (ข้าวต้น หักใหญ่ หักกลาง หักเล็ก) ในส่วนของข้าวต้น ก็จะนำไปขัดมัน เครื่องขัดมัน 2 ตัวแรก จะได้ข้าวต้นซึ่งมี เปอร์เซ็นต์ความขาวของข้าวต้น 42% และเครื่องขัดมัน 2 ตัวหลังจะได้ ข้าวต้นซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความขาว 45% แล้วนำไปอิงสี จะได้ข้าวต้น 98% นำไปผ่านตะแกรงกลมเพื่อคัดขนาด แล้วบรรจุ ส่วน หักใหญ่ หักกลาง หักเล็ก ผ่านตะแกรงกลมอีก 1 ตัว ก็จะแยก หักใหญ่ หักกลาง หักเล็ก ออกมาชัดเจน แล้วบรรจุ

3.2.2 ศึกษารายการเครื่องจักรที่ก่าลังไฟฟ้าสูงของโรงสีข้าว ดังแสดงในภาคผนวก ก

3.3.3 ศึกษาอุปกรณ์ควบคุมภาระใช้งานมอเตอร์ อุปกรณ์ควบคุมภาระใช้งานมอเตอร์

(Dynamic Motor Load Control)



ภาพที่ 3.2 MOTOR LOAD CONTROL (MLC)

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด คือ เกือบ 70% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด โดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรม มอเตอร์ส่วนใหญ่มักทำงานไม่เต็มกำลัง ผลที่ตามมาคือโรงงานต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากจากความไร้ประสิทธิภาพของมอเตอร์นี้ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตและบริการเพิ่มขึ้นพลังงานที่สูญเสียเปลืองนี้ยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ในรูปของการสิ้นเปลือง เสียงและความร้อนทำให้ต้องเพิ่มงบประมาณในการซ่อมบำรุงมอเตอร์ นั้นๆ โดยค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นบางส่วนถูกนำไปใช้ในการปรับสภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น ติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่มในบริเวณที่มีมอเตอร์เพื่อลดความร้อน หรือติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเสียงรบกวน ที่เกิดจากการทำงานของมอเตอร์

3.3.3.1 แนวคิด Function Optimizer

มอเตอร์ส่วนใหญ่จะทำงานที่ Load ประมาณ 50%-70% ของกำลังสูงสุด เพื่อป้องกันการทำงานเกินกำลังจนมอเตอร์เสียหาย จากการศึกษาของ The UK Energy Efficiency Office องค์กรที่ดูแลเกี่ยวกับการใช้พลังงาน โดยเปล่าประโยชน์พบว่าความสูญเสียจะเกิด ในรูปความร้อนและการสิ้นเปลืองถึง 40%

มอเตอร์ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อผลิตค่า Reactive Power อย่างคงที่ ไม่ว่าจะอยู่ในสถานะทำงานหนักหรือไม่ทำงานก็ตาม ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจะเกิดเพียง ช่วงเวลาสั้น ๆ เท่านั้น น่าเสียดายที่มอเตอร์ไม่สามารถจัดการปรับการใช้พลังงานให้สอดคล้องกับภาระงานที่แท้จริงได้ด้วยตัวมันเอง

1) ข้อดีของ MOTOR LOAD CONTROL

- สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า 10-40%
- ยืดอายุของมอเตอร์
- ไม่ลดงานที่เคยทำอยู่ โดยมอเตอร์ยังคงทำงานที่ความเร็วรอบคงที่
- เป็นอุปกรณ์เสริมโดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนมอเตอร์ หรือขึ้นคอน

การผลิต

- ลดการสูญเสียที่เป็นภาระค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น
- มีระบบ soft start ทำให้ค่าบำรุงรักษามอเตอร์และระบบ

ส่งกำลังลดลง

- กระแสที่ลดลงจาก soft start ทำให้ค่า MAX Demand Charge ต่ำลง
- ระบบ Soft start สามารถใช้แทน star Delta Starter ได้ทันที
- มีระบบ Soft stop เพื่อป้องกันความเสียหายของขบวนการผลิต และ

Hammering Effect

- มีระบบ Phase Protection ป้องกันความเสียหายที่เกิดจากแรงดันหายไปชั่วขณะหรือการเกิด bad Contact ที่ขั้วต่อต่าง ๆ ของมอเตอร์

- ลดความร้อน การสั่นสะเทือน และเสียงที่เกิดจากการทำงานของมอเตอร์

- ติดตั้งง่ายไม่ต้องใช้พื้นที่มาก และไม่ต้องดัดแปลงวงจรเดิมที่มีอยู่แล้ว

- Remote Interface สามารถใช้ PLC หรือ Computer ควบคุมได้โดยตรง

ตัวอย่าง เครื่องจักรที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้กับ MOTOR LOAD CONTROL เพื่อประหยัดพลังงาน

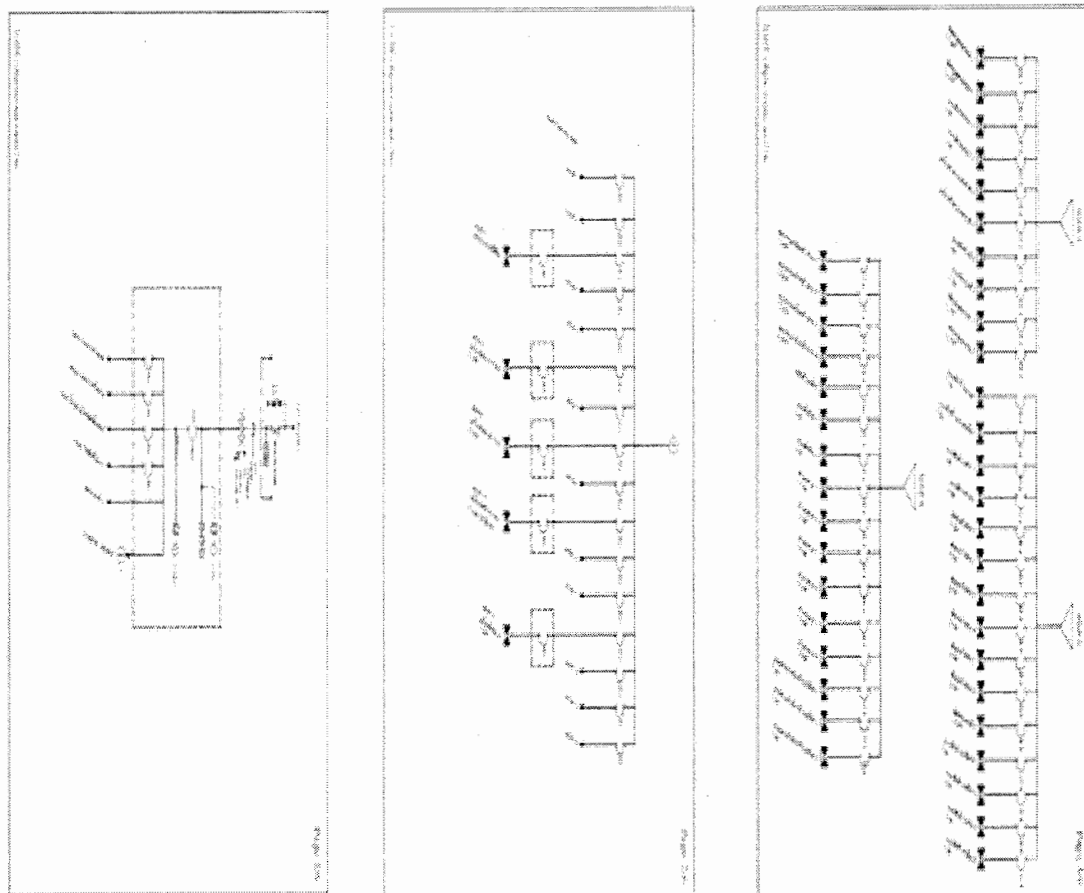
ตัวอย่างเครื่องจักรที่เหมาะสมที่จะนำ MOTOR LOAD CONTROL ไปใช้และได้ผลดีในการประหยัดพลังงานเช่น เครื่องเจาะ เครื่องปั๊ม หล่อโลหะ คอมเพรสเซอร์ เครื่องกวาด Blower บันไดเลื่อน เครื่องบดอัดอาหาร เครื่องฉีดพลาสติก เครื่องพิมพ์ ปั๊มลมขนาดใหญ่ เครื่องเลื่อย เครื่องขึ้นรูปสุญญากาศ เป็นต้น

จุดคุ้มทุน

จากการทดลองกับเครื่องคอมเพรสเซอร์ เครื่องฉีดพลาสติก โรงเลื่อย และโรงน้ำแข็ง สามารถทำให้เกิดการประหยัดได้ 10% - 40% ขึ้นอยู่กับชั่วโมงการทำงาน ประสิทธิภาพและลักษณะของ Load แต่อย่างไรก็ตามก็ยังสามารถทำให้จุดคุ้มทุนอยู่ภายในเวลา 1-3 ปี

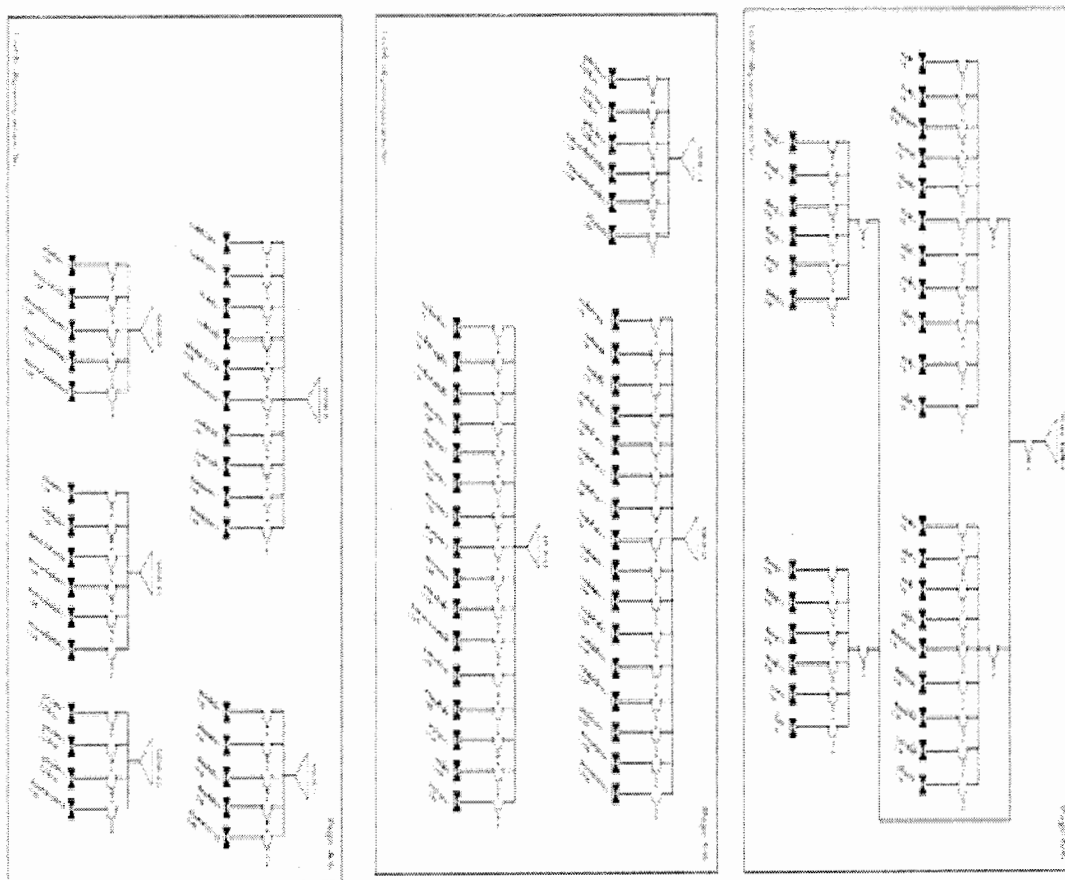
3.3.4 ศึกษาเส้นทางการใช้ไฟฟ้าและปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Single Line Diagram)

แสดงดังในภาพที่ 3.3 ซึ่งเป็นการศึกษาว่า การใช้ไฟฟ้าภายในโรงงานนั้นมีเส้นทางการจ่ายไฟฟ้าอย่างไรบ้าง และแต่ละ Motor นั้นๆ เครื่องจักรนั้นๆ มีขนาดกี่แรงม้า ใช้ไฟฟ้าสูงสุดกี่กิโลวัตต์ ซึ่งการศึกษารายละเอียดส่วนนี้เพื่อต้องการทราบว่า เครื่องจักรส่วนใดใช้ Motor สูงสุด และส่วนใดน่าจะนำมาศึกษาการประหยัดพลังงานได้



ภาพที่ 3.3 Single Line Diagram

จากภาพที่ 3.3 (Single Line Diagram) แสดงภาพขนาดย่อของเส้นทางการใช้ไฟฟ้าของโรงสีข้าวกรณีศึกษา ซึ่งอธิบายถึงการจ่ายไฟฟ้าในโรงงาน และขนาดของมอเตอร์ในแต่ละเส้นทางการใช้ไฟฟ้า



ภาพที่ 3.3 Single Line Diagram (ต่อ)

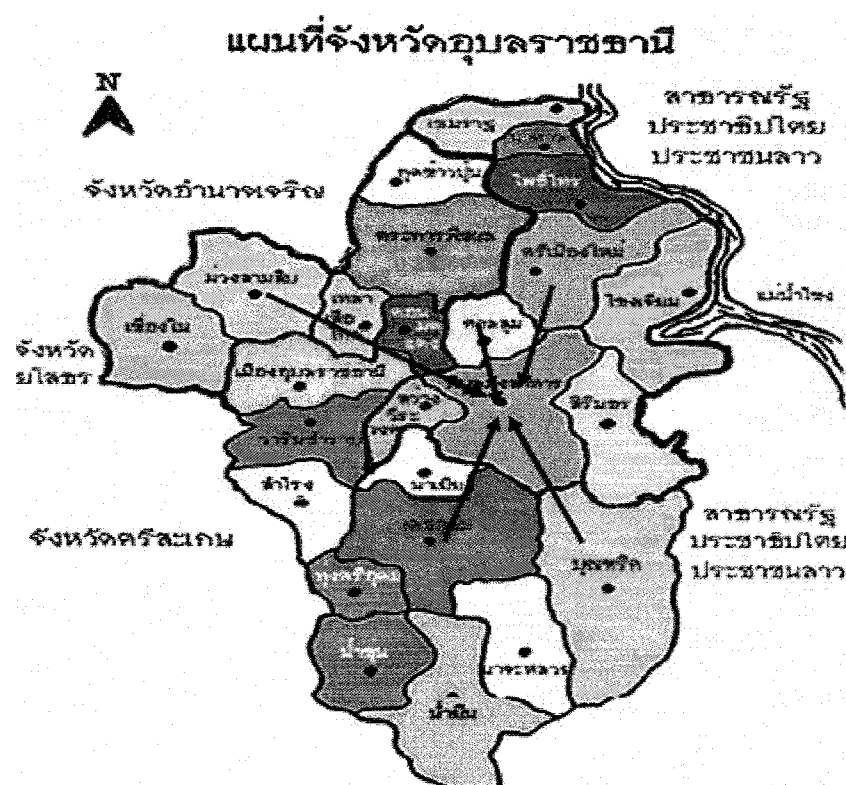
จากภาพที่ 3.3 คือ ภาพตัวอย่างของ Single Line Diagram ซึ่งจะเป็นแผนภาพทางไฟฟ้าซึ่งบ่งบอกถึงเส้นทางการจ่ายไฟฟ้าในโรงงาน และโหลดการใช้งานของมอเตอร์แต่ละเครื่อง

3.3.5 ศึกษาและตรวจวัดค่าการใช้ไฟฟ้าจาก (Power meter analyzer)

โดยการวิจัยครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากสถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นในด้านอุปกรณ์การตรวจวัด โดย Power meter analyzer และตรวจวัดค่าพลังงาน ซึ่งในหัวข้อนี้ จากการศึกษาจะทำให้ทราบว่ามอเตอร์ตัวใดใช้ได้เต็มประสิทธิภาพ หรือไม่เต็มประสิทธิภาพ และเมื่อนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเข้ามาประยุกต์ใช้แล้วจะสามารถทำให้ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้

3.3.6 สำรวจเส้นทางการรับซื้อและขนส่งข้าวเปลือกถึงโรงงาน

ด้วยบริษัท โรงสีข้าวพิบูลดอกลูกเสือไทย จำกัด เป็นโรงสีข้าวที่ตั้งอยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ดังนั้นเส้นทางการรับซื้อของข้าวเปลือกจึงอยู่ในอำเภอใกล้เคียง ภายในจังหวัดอุบลราชธานี



ภาพที่ 3.4 แผนที่เส้นทางการขนส่งข้าวสารถึงโรงงาน

3.3.6.1 เส้นทางการขนส่งข้าวเปลือกเพื่อจำหน่าย ที่มาของข้าวเปลือกเพื่อส่ง
โรงสีข้าวดังกล่าว

- 1) อำเภอพิบูลมังสาหาร
- 2) อำเภอบุญทริก
- 3) อำเภอตาลสุม
- 4) อำเภอเดชอุดม
- 5) อำเภอม่วงสามสิบ
- 6) อำเภอศรีเมืองใหม่

3.3.7 สํารวจเส้นทางการขนส่งข้าวสารถึงลูกค้า เส้นทางการขนส่งข้าวสาร ดังนี้

3.3.7.1 อุบลราชธานี ไป อำเภอวังแดง จังหวัดอยุธยา ใช้รถพ่วง 2 พ่วง บรรทุก
700 กระสอบ ขนาด 70 ตัน ระยะทาง 582 กิโลเมตร ปัจจุบันส่งเฉพาะอำเภอวังแดง จังหวัด
พระนครศรีอยุธยา

3.3.7.2 อุบลราชธานีไป จังหวัดปทุมธานี ใช้รถพ่วง 2 พ่วง บรรทุก 700 กระสอบ
ขนาด 70 ตัน

3.3.8 ศึกษาการคำนวณค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

→ ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

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

3.1	อัตราปกติ	ค่าความต้องการการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)
3.1.1	แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	175.70	1.6660
3.1.2	แรงดัน 22-33 กิโลโวลต์	196.26	1.7034
3.1.3	แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลต์	221.50	1.7314

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

*รายละเอียดข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU อยู่ท้ายอัตราทุกประเภท

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าสูงสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

- หมายเหตุ
1. กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงดันของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณกิโลวัตต์ และหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้รวมไว้ด้วย
 2. ประเภทที่ 3.2 เป็นอัตราบังคับสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 เป็นครั้งแรก ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าเดือน ตุลาคม 2543
 3. ประเภทที่ 3.2 เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้บริโภคไฟฟ้ารายเดิม เมื่อइनตัวจะกลับไปยังอัตราประเภทที่ 3.1 ไม่ได้ ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด
 4. เดือนใดความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ค่าไฟฟ้าจะคำนวณตามอัตราดังกล่าว หากความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน และในเดือนถัดไปยังไม่ถึง 30 กิโลวัตต์อีก ให้เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นประเภทที่ 2.1

ภาพที่ 3.5 หลักการคำนวณค่าไฟฟ้า

จากภาพที่ 3.5 เมื่อศึกษาหลักการคำนวณค่าไฟฟ้า ตามหลักการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแล้ว พบว่า โรงงานกรณีศึกษา เป็นโรงงานประเภท 3 กิจการขนาดกลาง ใช้แรงดันระหว่าง 22-33 กิโลโวลต์ โดยใช้ช่วงเวลาอัตรา TOU และใช้อัตราค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า 132.93 บาท/กิโลวัตต์ ในช่วงเวลา Peak และค่าพลังงานไฟฟ้า 2.6950 บาท/หน่วย ในช่วงเวลา Peak ส่วนในช่วงเวลา Off Peak จะเป็นอัตรา 1.1914 บาท/หน่วย

ต่อมาจึงศึกษาจากบิลค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าจริง ในฤดูกาลสี่ขวาระหว่างเดือน ธันวาคม 2550 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2551 และในส่วนของโรงสีกรณีศึกษานี้จะทำการสีข้าว และอบลดความชื้นข้าวเปลือกตลอด 24 ชั่วโมง แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3.6

[illegible]

ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างบิลค่าไฟฟ้าจริง

จากภาพที่ 3.5 คือ รูปตัวอย่างของการคำนวณค่าไฟฟ้าตามอัตราต่าง ๆ ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด ตามช่วงเวลาต่าง ๆ ส่วนภาพที่ 3.6 แสดงตัวอย่างบิลค่าไฟฟ้าจริงของโรงงานตัวอย่าง หลังจากนั้นก็นำมาตรวจสอบว่าค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าส่วนไหนบ้างที่สามารถปรับได้ในช่วงเวลาที่เหมาะสมของบางกระบวนการผลิต

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิเคราะห์

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยในโรงสีข้าวกรณีศึกษา ซึ่งงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาเรื่องเกี่ยวกับกระบวนการผลิต พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า ประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตศึกษาช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้า ศึกษาแนวทางการใช้ไฟฟ้าให้ประหยัดในอัตรา TOU ศึกษาเส้นทางการใช้ไฟฟ้า ศึกษาภาระการใช้ไฟฟ้าหรือประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักร ศึกษาระบบแสงสว่างและศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานด้านแสงสว่าง ศึกษาระบบโลจิสติกส์ของการขนย้ายข้าวเปลือกภายในโรงงาน ศึกษาระบบ 5 ส. ในโรงงาน ศึกษาการวาง LAY OUT เครื่องจักร ฯลฯ ดังนั้นจึงได้นำทฤษฎีของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด โดยใช้วิธีวิธีลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด โดยวิธีการเปลี่ยนกระบวนการผลิต การปรับปรุง การบริหารดำเนินการ และนำมาประยุกต์กับโรงสีดังกล่าว ผลที่ได้จะออกมาในรูปของตัวเลขการประมาณการ และระยะเวลาคืนทุน

4.1 ผลการศึกษาแนวทางในการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งข้าวเปลือกภายในโรงงาน

ข้อมูลเดิมด้านค่าใช้จ่ายก่อนนำเสนอเทคโนโลยีสะอาด

จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของการขนย้ายข้าวเปลือกภายในโรงสีข้าวกรณีศึกษา เริ่มจากการชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกจากเครื่องชั่งน้ำหนักตัวที่ 1 ซึ่งตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องชั่งน้ำหนักตัวที่ 1 จะอยู่บริเวณส่วนหน้าของโรงสีข้าวและเป็นตำแหน่งในการรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกรด้วย ต่อมาก็จะให้รถบรรทุก 6 ล้อคันที่ 1 นำข้าวเปลือกที่ชั่งน้ำหนักและวัดความชื้นแล้วไปเทลงหลุมเทข้าวสำหรับ ขั้นตอนการอบลดความชื้น ซึ่ง ณ ตำแหน่งนี้จะต้องใช้พนักงานตักข้าวและขับรถตัก 1 คน/คัน หลังจากนั้นข้าวเปลือกเมื่ออบลดความชื้นจนทำให้ได้ค่าความชื้นที่เหมาะสมกับการที่จะนำไปสีข้าวได้แล้ว ก็จะถูกเทกองรวมกันตรงลานหน้าบริเวณหน้าตู้อบข้าว หลังจากนั้นรถตักคันที่ 2 พร้อมพนักงานขับรถตักคันที่ 2 ก็จะตักข้าวเปลือกที่อบลดความชื้นแล้วขึ้นรถบรรทุกบรรทุกข้าวคันที่ 2 ไปชั่งน้ำหนักที่เครื่องชั่งน้ำหนักตัวที่ 2 ซึ่งติดตั้ง ณ ตำแหน่งด้านหน้าโรงสีเช่นกันในแนวขนานกันกับ เครื่องชั่งน้ำหนักตัวที่ 1 เมื่อเสร็จขั้นตอนการชั่งน้ำหนักแล้วก็จะบรรทุกข้าวเปลือกดังกล่าวไปเทลงหลุมเทข้าวของร้านสีข้าว บริเวณด้านล่างถังพักข้าวเปลือกเพื่อเข้าสู่

ระบวนการสีข้าวต่อไปค่าใช้จ่ายต่อเดือนในการเคลื่อนย้ายข้าวเปลือกตามกิจกรรมดังกล่าว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- (1) ค่าจ้างคนขับรถ 6 ล้อ 4 คน เป็นจำนวน ($200 \times 4 \times 30$) = 24,000 บาท
 (2) ค่าจ้างคนขับรถตัก 2 คน เป็นจำนวน ($200 \times 2 \times 30$) = 12,000 บาท
 (3) ค่าน้ำมันรถ 6 ล้อ เป็นจำนวน ($42.40 \times 2 \times 30 \times 30$) = 76,320 บาท

ซึ่งต่อเดือนจะใช้ระยะทางในการขนข้าวประมาณ 30 กิโลเมตร ดังการคำนวณข้อใน 3

รวมค่าใช้จ่าย = 112,320 บาท/เดือน

ดังนั้นเมื่อศึกษาทฤษฎีการผลิตที่สะอาด จึงได้แนวคิดและแนวทางว่าควรจะต้องติดตั้งเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไหลผ่านก่อนเข้าถังพักข้าวเปลือกเพื่อลดระยะทางการขนข้าวเปลือกจากขั้นตอนการย้อนกลับไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งก่อนเข้าสู่กระบวนการสีข้าว เพื่อให้ได้เส้นทางการขนส่งที่สั้นลง ประหยัดเวลาและประหยัดค่าจ้างพนักงานที่สำคัญที่สุดคือลดต้นทุนด้านเชื้อเพลิงของรถขนข้าวเปลือก ผลการปรับปรุงจะทำให้ลดจำนวนรถขนข้าวได้ 1 คัน คนขับรถได้ 2 คนและคนขับรถตักได้ 1 คน ประหยัดค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 56,160 บาทต่อเดือนหรือ 673,920 บาทต่อปี ดังนี้

ตารางที่ 4.1 รายการรายจ่ายด้านเชื้อเพลิงและคนงานที่ลดได้ในส่วนที่ศึกษา

ลำดับ	รายการค่าใช้จ่าย/เดือน	บาท/เดือน
1	ค่าจ้างคนขับรถ 6 ล้อ 2 คน	12,000
2	ค่าจ้างคนขับรถตัก 1 คน	6,000
3	ค่าน้ำมันรถ 6 ล้อ 1 คัน	38,160
รวม		56,160

ติดตั้งเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไหลผ่านก่อนเข้าถังพักข้าวเปลือก 2 ตัว ราคาเครื่องละ 350,000 บาท/เครื่อง

ค่าใช้จ่าย ($350,000 \times 2$) = 700,000 บาท

(ประมาณการค่าใช้จ่าย/เดือน เช่น ค่าซ่อมบำรุง, ค่าไฟฟ้า)

= 600 บาท

ซึ่งค่าซ่อมบำรุงและค่าไฟฟ้าในส่วนของเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไหลผ่านนั้นประมาณการมาจาก ข้อมูลการศึกษาของขนาดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อเครื่อง ต่อช่วงเวลาการใช้งานของหลายโรงงานที่ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว

$$\text{สมการ} \quad 700,000 + (600x) = 112,320x$$

ให้ x เป็นระยะเวลาคืนทุน

ดังนั้น จะได้ระยะเวลาคืนทุน 12.60 เดือนหรือ 1.05 ปี

หมายเหตุ

- ค่าจ้างคนงาน/คน = 200 บาท/วัน
- ราคาน้ำมันดีเซล ณ วันที่ศึกษา = 42.40 บาท
- ระยะทางบรรทุก/รถ 6 ล้อ 1 คัน = 30 กิโลเมตร

4.2 ผลการศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานด้านช่วงเวลการผลิต

จากการศึกษาข้อมูลด้านการใช้เวลาในการอบลดความชื้นข้าวเปลือก โรงสีกรณีศึกษาใช้เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกตลอด 24 ชั่วโมง แต่ในขณะเดียวกันภายในบริเวณโรงสีข้าวจะมีพื้นที่ลานคอนกรีตขนาดกว้างประมาณ 80 เมตร และยาวประมาณ 60 เมตร ซึ่งไม่ได้ใช้ประโยชน์ และในฤดูกาลสีข้าวจะเป็นฤดูหนาว ความชื้นในบรรยากาศน้อย แดดแรง จึงควรใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพื้นที่ให้เกิดประโยชน์ลดค่าไฟฟ้าในช่วง Peak (9.00 น.-22.00 น.) และไม่เสียค่า

Demand Charge ด้วย

เนื่องจากโรงสีข้าวกรณีศึกษา เป็นโรงสีข้าวที่ตั้งอยู่ในจังหวัดอุบลราชธานี เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ซึ่งการปลูกข้าวของเกษตรกรผู้ผลิตในภูมิภาคนี้จะปลูกข้าวนาปี คือปลูกข้าวระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงตุลาคม และหลังจากการเก็บเกี่ยวในระยะเริ่มต้น ที่มีความชื้นสูง จะต้องอบลดความชื้นข้าวเปลือกก่อน หากเมื่อตรวจวัดแล้วมีค่าความชื้นเกิน 14 % และในกรณีที่ผู้ประกอบการสามารถรับซื้อข้าวเปลือกเพื่อสีข้าวได้ทั้งปี จะต้องมิใช่โลเก็บข้าวเปลือกเพื่อเก็บรักษา แต่อย่างไรก็ตามก่อนเก็บรักษาในไซโลก็ต้องอบลดความชื้นก่อนเช่นกัน

ส่วนในกรณีของโรงสีข้าวที่รับซื้อข้าว ของเกษตรกรที่ปลูกข้าว 2 ฤดู คือข้าวนาปรัง คือปลูกข้าวระหว่างเดือนธันวาคม ถึงเดือนมีนาคม ก็ใช้หลักการเช่นเดียวกับข้าวนาปี เนื่องจากหลังเก็บเกี่ยวในระยะเริ่มแรก ผู้ประกอบการจะต้องอบลดความชื้นข้าวเปลือกเช่นกัน

อย่างไรก็ตามถึงแม้ผู้ประกอบการจะซื้อรับซื้อข้าวจาก ข้าวนาปี หรือข้าวนาปรัง หากมีศักยภาพรับซื้อเพื่อสีข้าวตลอดทั้งปี ก็จะมีปฏิบัติเช่นกัน

ผู้ศึกษาวิจัยเสนอให้ย้ายช่วงเวลาการผลิตบางกระบวนการ คือ การอบข้าวจากอบข้าวตลอด 24 ชั่วโมงเปลี่ยนเป็นอบข้าวช่วงเวลากลางคืน (OFF PEAK) และช่วงเวลากลางวันเสนอให้ใช้การผึ่งเกลี่ยตากแดดแทน จะประหยัดรายจ่ายได้ 256,008 บาทต่อปี ดังนี้

4.2.1 ข้อมูลค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้

(1) กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน	=	50	กิโลวัตต์
(2) ค่าไฟฟ้าช่วง Peak(9.00-22.00)	=	2.695	บาท
(3) ค่าไฟฟ้าช่วง Off Peak(22.00-9.00)	=	1.1914	บาท
(4) ชั่วโมงทำงานที่ประหยัดได้	=	11	ชั่วโมง
(5) วันทำงานที่เป็นวัน Peak	=	250	วัน
(6) ค่าไฟฟ้าที่แตกต่าง	=	1.50	บาท
(7) พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน x ชั่วโมงทำงานที่ประหยัดได้ x วันทำงานที่เป็นวัน Peak)	=	50 x 11 x 250	บาท
	=	137,500	บาท
(8) ประหยัดได้ (พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ x ค่าไฟฟ้าที่แตกต่าง)	=	(พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ x ค่าไฟฟ้าที่แตกต่าง)	
	=	137,500 x 1.50	บาท
	=	206,250	บาท
(9) ค่าจ้างพนักงานที่เกลี่ยข้าว 1 คน ต่อปี=	=	1 x 30 x 5 x 200	บาท
(กรณีโรงสีกรณีศึกษาไม่ใช้รถเกลี่ยข้าวเพราะอาจทำให้เมล็ดข้าวแตกหักได้)			
	=	30,000	บาท
สรุปประหยัดได้ ต่อปี	=	206,250 - 30,000	บาท
	=	176,250	บาท

4.2.2 ค่า Demand Charge ที่ประหยัดได้/ปี

(1) กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน	=	50	กิโลวัตต์
(2) ค่า Demand Charge ต่อเดือน	=	132.93	บาท
(3) ประหยัดต่อปี	=	50 x 132.93 x 12	บาท
สรุปประหยัดค่า Demand Charge ต่อปี	=	79,758	บาท

4.2.3 รวมค่าใช้จ่ายที่ประหยัดต่อปีของกระบวนการอบข้าว

(1) ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	176,250	บาท
(2) ค่า Demand Charge ที่ประหยัดได้	=	79,758	บาท

4.2.4 สรุป

รวมค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	=	256,008	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อเดือน	=	21,334	บาท

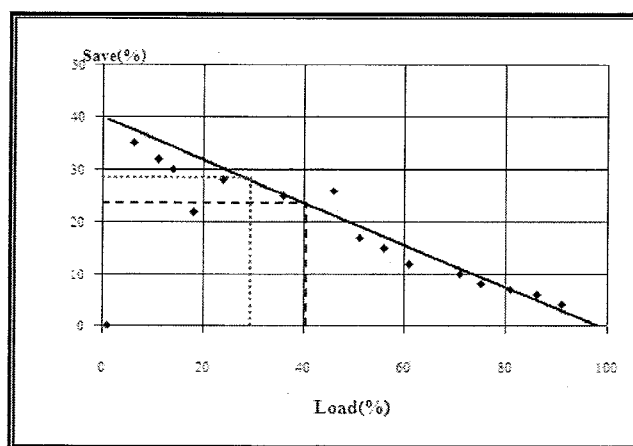
4.3 ผลการศึกษาด้านการใช้มอเตอร์

จากการศึกษาวิจัยพบว่าในกระบวนการจัดมันมีการใช้มอเตอร์ขนาดใหญ่ แต่หลังจากที่มีการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าแล้ว พบว่ามอเตอร์ทำงานรับภาระไม่สม่ำเสมอ และไม่เต็มประสิทธิภาพ แต่ในส่วนกระบวนการจัดมันนี้ ไม่ได้ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง แต่เมื่อตรวจสอบมอเตอร์ที่ใช้เหมาะสมกับภาระ Load และโดยการออกแบบเพื่อจัดมันสำหรับภาระ Load โดยตรง ดังนั้น ดังนั้นจึงไม่ควรเปลี่ยน

แต่ในบางกรณี ที่จำเป็นต้องเปลี่ยนมอเตอร์ หากตรงพบว่าใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพ และทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้ไฟฟ้าคือ

- (1) มอเตอร์มีขนาดเล็กกว่าภาระ Load ที่ใช้
- (2) มอเตอร์มีสภาพชำรุด โดยการสังเกตจากสภาพภายนอก
- (3) มอเตอร์มีการพันขดลวดใหม่มาแล้วหลายครั้ง
- (4) มอเตอร์ทำงานตลอด 24 ชั่วโมงมาเป็นระยะเวลานาน
- (5) มอเตอร์ทำงานด้วยความเร็วรอบ ไม่สม่ำเสมอ หรือความเร็วรอบต่ำ ฯลฯ

ดังนั้นจากสภาพมอเตอร์ที่ศึกษาตามข้อเท็จจริง ผู้วิจัยเสนอให้ติดตั้งเครื่อง Motor Load Control (MLC) ในกระบวนการจัดมันเนื่องจากเมื่อศึกษาทดลองและตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าแล้วพบว่ากระบวนการจัดมันใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพของมอเตอร์และการใช้กระแสไฟฟ้าไม่คงที่ เกิดการสูญเสียสูงทั้งในขณะที่มีภาระและไม่มีภาระ จึงส่งผลถึงค่าไฟฟ้าที่เสียไปจากความไม่เต็มประสิทธิภาพของมอเตอร์เครื่องจัดมัน ภาพที่ 13 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างภาระของมอเตอร์และเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงานไฟฟ้า ตัวอย่างการคำนวณเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงานไฟฟ้า (% SAVE) จากกราฟซึ่งเป็นผลจากห้องทดลอง



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงภาระของมอเตอร์และเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากผลการทดลองในห้องทดลอง

จากข้อมูลจากห้องทดลองและบิลค่าไฟฟ้าจริง สามารถคำนวณรายจ่ายค่ากระแสไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ถ้ามีการติดตั้งเครื่อง MLC ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- (1) พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดรวม =
 (%save จากผลจากการทดลอง) x ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี
 = $30 \times 289,336.32/100$
 = 86,800.90 กิโลวัตต์ชั่วโมง
- (2) ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยจากบิลค่าไฟฟ้าจริง
 = 3 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง
- ดังนั้น ประหยัดเป็นเงิน
 = พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดรวม x ค่าไฟฟ้า
 = $86,800.90 \times 3$ บาท
 = 260,402.69 บาท

4.3.1 กำหนดระยะกักเงิน

- (1) ขนาดมอเตอร์เครื่องขั้วมัน = 55 กิโลวัตต์
- (2) จำนวนมอเตอร์ = 4 ชุด
- (3) ราคาอุปกรณ์ = 1,100 บาท/กิโลวัตต์
- (4) ค่าแรงงานติดตั้ง = 1,000 บาท/กิโลวัตต์
- (5) เงินลงทุน = $(1,100 \times 55 \times 4) + (1,000 \times 55 \times 4)$
 = 462,000 บาท

$$\begin{aligned}
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= \text{เงินลงทุน} / \text{ประหยัดเป็นเงิน} \\
 &= 462,000 / 260,402.69 \\
 \text{สรุประยะเวลาคืนทุน} &= 1.77 \quad \text{ปี}
 \end{aligned}$$

4.4 ผลการศึกษาเรื่องระบบแสงสว่างภายในโรงงานโดยเสนอให้มีการเปลี่ยนจากหลอดสปอร์ตไลท์เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์

จากข้อมูลที่ศึกษาเบื้องต้นพบว่าโรงสีกรณีศึกษาใช้หลอดสปอร์ตไลท์ในการให้แสงสว่างภายในโรงงานจำนวน 3 หลอด ซึ่งอาจจะเป็นผลทำให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเนื่องจากหลอดสปอร์ตไลท์ใช้กำลังไฟฟ้าสูง และเมื่อปิดหลอดใดหลอดหนึ่งลง ก็จะมีผลด้านแสงสว่างโดยรวมมาก และหากโรงสีมีความต้องการด้านแสงสว่างในช่วงเวลากลางวัน อาจไม่จำเป็นต้องใช้หลอดไฟฟ้าที่มีกำลังสูงก็ได้

ดังนั้นผู้ศึกษาวิจัยจึงเสนอแนวทางให้เปลี่ยนจากการใช้หลอดไฟฟ้าแบบหลอดสปอร์ตไลท์มาเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์แทน ด้วยเหตุผลที่ ติดตั้งง่าย ใช้กำลังไฟฟ้าน้อย และราคาถูก สามารถติดตั้งได้จำนวนมากตามความเหมาะสม หากบางจุดไม่ต้องการใช้แสงสว่างก็สามารถปิดบางหลอดได้ ในระยะยาวก็จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ ตามข้อมูลดังนี้

4.4.1 ข้อมูลสำหรับการคำนวณค่าใช้จ่ายมีดังนี้

(1) จำนวนหลอดสปอร์ตไลท์	=	3	หลอด
(2) กำลังไฟฟ้าต่อหลอดสปอร์ตไลท์	=	1,000	วัตต์
(3) จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์	=	20	หลอด
(4) ราคาหลอดฟลูออเรสเซนต์ต่อหน่วย	=	200	บาท
(5) กำลังไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์	=	46	วัตต์
(6) ชั่วโมงการเปิดใช้งานต่อปี(10x30x12)=	=	3,600	ชั่วโมง/ปี
(7) เปอร์เซนต์การใช้งาน	=	85	%
(8) ราคาพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย	=	3	บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง
(9) เงินลงทุนจากการติดหลอดฟลูออเรสเซนต์			
ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์	=	200 x 20	
	=	4,000	บาท

4.4.2 ผลการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 (1) \text{ พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง(ติดสปอร์ตไลท์)} &= \\
 & (\text{กำลังไฟฟ้าต่อหลอดสปอร์ตไลท์} / 1000) \times \text{จำนวนหลอดสปอร์ตไลท์} \\
 & \times \text{ชั่วโมงการเปิดใช้งานต่อปี} \times \text{เปอร์เซ็นต์การใช้งาน} \\
 & = (1,000/1,000) \times 3 \times 3,600 \times \\
 & (85/100)
 \end{aligned}$$

$$= 9,180.00 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี}$$

$$\begin{aligned}
 (2) \text{ พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง(ฟลูออเรสเซนต์)} &= \\
 & (\text{กำลังไฟฟ้าต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์} / 1000) \times \text{จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์} \\
 & \times \text{ชั่วโมงการเปิดใช้งานต่อปี} \times \text{เปอร์เซ็นต์การใช้งาน} \\
 & = (46/1,000) \times 20 \times 3,600 \times \\
 & (85/100) \\
 & = 2,815.20 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (3) \text{ พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง} &= 9,180 - 2,815.20 \\
 & = 6,364.80 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (4) \text{ ค่าไฟฟ้าที่ลดลง} &= 6,364.80 \times 3 \\
 & = 19,094.40 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (5) \text{ ระยะคืนทุน} &= (\text{เงินลงทุน/ค่าไฟฟ้าที่ลดลง}) \\
 & = 4,000/19,094.40 \\
 \text{ดังนั้นระยะคืนทุน} &= 0.21 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

และผู้วิจัยเสนอแนะให้ในบางตำแหน่งที่ไม่ต้องการความละเอียดของงาน ติดกระเบื้องแบบโปรงแสง เพื่อช่วยให้ประหยัดไฟฟ้าในช่วงเวลา On Peak ซึ่งเมื่อติดกระเบื้องแบบโปรงแสงแล้ว จะทำให้เปิดไฟด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์น้อยลงในช่วงเวลากลางวัน จะทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้ามากขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในการศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานในโรงสีข้าว ของบริษัทโรงสีข้าวพินุลดอกคูณเกษตรไทย จำกัด ที่ประกอบกิจการสีข้าวและอบเมล็ดข้าว โดยมีกำลังการผลิต 300 เกวียน/วัน จากการศึกษาข้อมูลด้านการใช้พลังงาน การใช้อุปกรณ์ เครื่องจักรต่างๆ ต้นทุนด้านค่าเชื้อเพลิง การขนส่งภายในโรงงาน แผนผังการติดตั้งเครื่องจักรภายในโรงงาน จากผลการศึกษาพบว่า ประเด็นสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียคือเรื่องการใช้ไฟฟ้า และต้นทุนต่างๆด้านเชื้อเพลิงและข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมี 4 เรื่องหลักคือ

5.1.1 การขนส่งข้าวเปลือกภายในโรงงาน

5.1.2 ช่วงเวลาการผลิต

5.1.3 การใช้มอเตอร์

5.1.4 ระบบแสงสว่างในโรงงาน

ดังสรุปไว้ในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สาเหตุการสูญเสียและข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในการปรับปรุงกระบวนการผลิตโรงสีข้าว

แหล่งเกิดความสูญเสีย	สาเหตุการเกิดความสูญเสีย	ข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
1. การขนส่งข้าวเปลือกภายในโรงงาน	1. ไม่มีเครื่องชั่งไหลผ่าน 2. ติดตั้งเครื่องชั่งอัตโนมัติ ไกลหลุมเทข้างเปลือก	1. ติดตั้งเครื่องชั่งไหลผ่าน 2 ตัว 2. ลดจำนวนรถขนข้าว 1 คัน 3. ลดจำนวนคนขับรถขนข้าว 2 คน 4. ลดจำนวนคนขับรถดักรับข้าว 1 คน
2. ช่วงเวลาการผลิต	1. การอบเมล็ดข้าวตลอด 24 ชั่วโมง	1. อบเมล็ดข้าวในช่วงเวลา (OFF PEAK) 2. พึ่งเกลี่ยข้าวเพื่อลดความชื้นบริเวณ พื้นที่ลานตากในช่วงเวลากลางวัน

ตารางที่ 5.1 สาเหตุการสูญเสียและข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในการปรับปรุงกระบวนการผลิตโรงสีข้าว (ต่อ)

แหล่งเกิดความสูญเสีย	สาเหตุการเกิดความสูญเสีย	ข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
3. การใช้มอเตอร์	1. มอเตอร์เครื่องขัดมันใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพ	1. ติดตั้งเครื่อง Motor Load Control
4. ระบบแสงสว่างในโรงงาน	1. โรงงานใช้หลอดไฟสปรอตไลท์ในการให้แสงสว่าง	1. เปลี่ยนจากการใช้หลอดไฟสปรอตไลท์มาเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2. ติดกระเบื้องแบบโปร่งแสงในบางตำแหน่ง

จากการศึกษาและประยุกต์ใช้วิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด สามารถสรุปผลการประหยัดรายจ่ายและระยะเวลาคืนทุนได้ตามตารางที่ 3.3-3.6

ตารางที่ 5.2 ผลจากการวิจัยที่เสนอให้ติดตั้งเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไหลผ่านก่อนเข้าถังพัก

1. ประหยัดได้	673,920	บาท/ปี
2. เงินลงทุน	707,200	บาท
3. ระยะคืนทุน	1.05	ปี

ตารางที่ 5.3 ผลจากการวิจัยย้ายช่วงเวลาการอบข้าวจากอบข้าวตลอด 24 ชั่วโมงเปลี่ยนเป็นอบข้าวช่วงเวลา กลางคืน(OFF PEAK) และผึ่งเกลี่ยตากแดดในกลางวัน

1. ประหยัดได้	286,008	บาท/ปี
2. เงินลงทุน	-	บาท
3. ระยะคืนทุน	-	ปี

ตารางที่ 5.4 ผลจากการวิจัยเสนอให้ติดตั้งเครื่อง Motor Load Control (MLC) ในกระบวนการจัดมันซึ่งเมื่อตรวจวัดแล้วใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพ

1. ประหยัดได้	260,402.69	บาท/ปี
2. เงินลงทุน	462,000	บาท
3. ระยะคืนทุน	1.77	ปี

ตารางที่ 5.5 ผลจากการวิจัยแสดงผลจากการวิจัยเสนอให้มีการเปลี่ยนจากหลอดสปรอตไลท์เป็นหลอดฟลูออโรสเซนส์

1. ประหยัดได้	19,094.40	บาท/ปี
2. เงินลงทุน	4,000	บาท
3. ระยะคืนทุน	0.21	ปี

จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสามารถประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมประเภทสีข้าวได้ ผลการศึกษาวิจัยสามารถทำให้โรงสีข้าวประหยัดต้นทุนได้ทั้งด้านพลังงานไฟฟ้า และต้นทุนพลังงาน ตามความเหมาะสมของเงินลงทุนและระยะคืนทุนที่ปรากฏ แต่อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมประเภทนี้ยังศึกษาเพิ่มเติมได้อีก เช่น การนำเกลบกลับไปใช้ประโยชน์ ใช้หลักการนำกลับมาใช้ซ้ำ หรือจะเป็นเรื่องของการอบรมพนักงานให้ตระหนักถึงการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและประหยัดพลังงานตามวิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ฯลฯ

5.2 ข้อเสนอแนะ

แนวทางในการลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าและต้นทุนต่างๆ

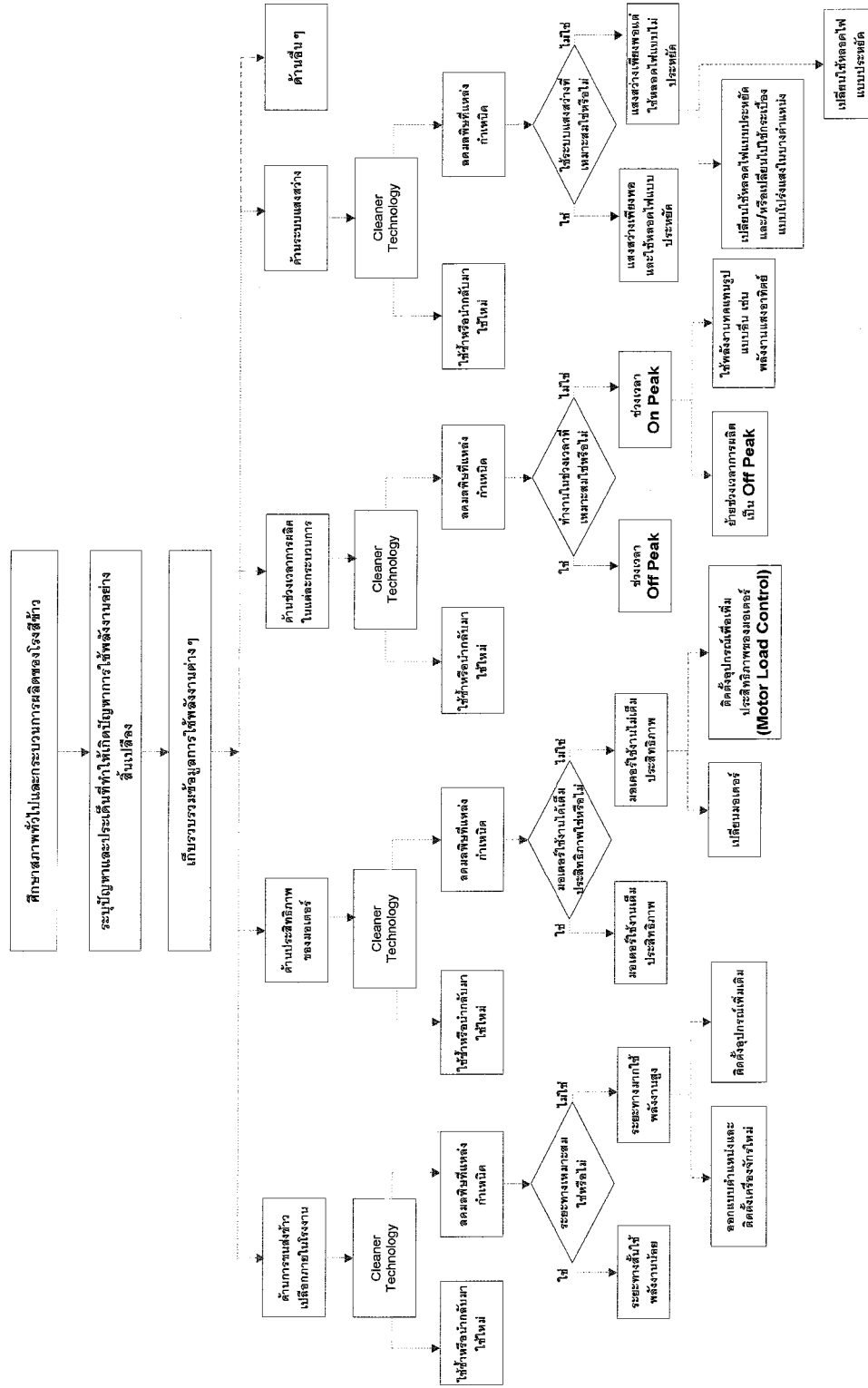
5.2.1 ในการตั้งโรงงานทุกครั้งควรให้ความสำคัญกับการวางผังเครื่องจักรและจำนวนของเครื่องจักรเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์กันระหว่างระยะทางการขนส่งภายในโรงงาน และกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่อง เช่น ในกระบวนการสีข้าว ก่อนการสีข้าวบางโรงสีจะต้องนำข้าวเปลือกไปอบลดความชื้นข้าวเปลือกก่อน และจะต้องชั่งน้ำหนักของข้าวเปลือกทั้งก่อนและหลังการอบลดความชื้นแล้วจึงส่งเข้าสู่กระบวนการสีข้าวในลำดับต่อไป ดังนั้นหากต้องการลดต้นทุนในการขนส่งข้าวเปลือกควรติดตั้งเครื่องชั่งอัตโนมัติใกล้กับเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก และเมื่ออบลดความชื้นข้าวเปลือกแล้วก็ไม่ควรจะย้อนกลับมาชั่งในระยะทางไปกลับควรติดเครื่องชั่งไหลผ่าน

ก่อนเข้ากระบวนการสีข้าวเลย เพื่อลดระยะทาง ลดน้ำมันเชื้อเพลิง และลดค่าจ้างคนขับรถ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้

5.2.2 ในกรณีโรงสีข้าวที่ต้องอบลดความชื้นข้าวเปลือกก่อนสีข้าว หากใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบปกติ ให้ทำเรื่องขอเปลี่ยนมาใช้ แบบอัตรา TOU (TIME OF USE) ควรจะใช้พลังงานที่ได้จากธรรมชาติให้มากที่สุดเพื่อลดต้นทุนค่าไฟฟ้าในช่วงเวลา (ON PEAK) โดยใช้พื้นที่ในการตากและเกลี่ยข้าวในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งจะหมายถึงการลงทุนครั้งเดียว ในการทำลานตากข้าวและมีระยะเวลาคืนทุน และอบลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบลดความชื้นในช่วงเวลา (OFF PEAK) เวลาเดียว

5.2.3 โรงสีข้าวทุกขนาดกำลังการผลิตที่ใช้มอเตอร์ในการขับทุกระบวนการ จะต้องมีการออกแบบและติดตั้งมอเตอร์ให้สัมพันธ์กับการใช้งาน เช่น ควรเลือกมอเตอร์ที่มีกำลังแรงม้าเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ใช่ขนาดเล็กเกินไปหรือใหญ่เกินความจำเป็น เพราะจะส่งผลถึงการผลิตและต้นทุนค่าไฟฟ้า แต่หากมีการติดตั้งมอเตอร์แล้ว ควรมีการตรวจเช็คสภาพการทำงานของมอเตอร์ว่าเต็มประสิทธิภาพหรือไม่ หากไม่สามารถเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ตัวใหม่ได้ด้วยเหตุผลของกำลังรอบหรืออื่นๆ ควรติดตั้งอุปกรณ์เสริม เช่น เครื่อง MLC เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์และลดการสูญเสียภายในมอเตอร์ และจะส่งผลถึงการลดต้นทุนค่าไฟฟ้าด้วย

5.2.4 ก่อนจะมีการออกแบบการติดตั้งหลอดไฟฟ้าในโรงงาน ผู้ประกอบการควรสำรวจกระเบื้องผนังหลังคาก่อนว่ามีการติดกระเบื้องแบบโปร่งแสงร่วมกับกระเบื้องแบบปกติหรือไม่ หากยังไม่ติดหรือติดปริมาณไม่เพียงพอ ก็ควรจะพิจารณาติดเพิ่มแต่ไม่ควรมากเกินไปจะทำให้ร้อนในเวลากลางวัน และเมื่อจะติดตั้งระบบแสงสว่างในโรงสีข้าวควรให้ได้แสงสว่างที่เพียงพอและสามารถควบคุมได้ทุกจุดและที่สำคัญควรใช้หลอดไฟที่มีกำลังวัตต์น้อยแต่ให้แสงสว่างทั่วถึง ซึ่งหากกำลังวัตต์น้อยย่อมหมายถึงค่าไฟฟ้าน้อยตามไปด้วย ยกตัวอย่างเช่นการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แทนการใช้หลอดไฟแสงจันทร์ หรือหลอดสปอร์ตไลท์ เพราะหลอดฟลูออเรสเซนต์กำลังวัตต์ต่ำ ราคาถูก และถึงแม้จะติดตั้งหลายจุดก็เลือกเปิดปิดบางจุดได้ ต้นทุนค่าอุปกรณ์และการติดตั้งก็ต่ำ คืนทุนเร็ว ส่วนหลอดไฟแสงจันทร์ และหลอดสปอร์ตไลท์ที่มีกำลังวัตต์สูง ถึงจะติดตั้งน้อยกว่าแต่ก็เลือกเปิดปิดบางกระบวนการไม่ได้ ถึงแม้จะให้แสงสว่างมากแต่ถ้าปิดก็จะทำให้แสงสว่างไม่เพียงพอเป็นพื้นที่กว้าง สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า



ตารางที่ 5.6 แบบสำรวจสภาพปัญหาที่ควรปรับปรุงในเรื่องการขนส่งข้าวเปลือกภายในโรงงาน

Check list

ลำดับ	รายการที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจ	
		ใช่	ไม่ใช่
1	การติดตั้งเครื่องจักรไม่ เรียงลำดับตามกระบวนการผลิตใช่หรือไม่		
2	การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบจากเครื่องจักรหนึ่งไปอีกเครื่องจักรหนึ่งใช้เวลามากใช่หรือไม่		
3	มีเครื่องจักรสำรองหากเครื่องจักรอีกเครื่องหนึ่งชำรุดใช่หรือไม่		
4	มีการใช้เครื่องทุ่นแรงจำนวนมากใช่หรือไม่		
5	มีต้นทุนค่าจ้างคนงานจำนวนมากใช่หรือไม่		
6	มีต้นทุนค่าพลังงานจำนวนมากใช่หรือไม่		
7	มีการขนส่งที่ใช้เส้นทางซ้ำซ้อนย้อนกลับไปมาใช่หรือไม่		

การพิจารณาแบบสำรวจเพื่อเลือกใช้แนวทางตามข้อเสนอในงานวิจัยหรือแนวทางอื่น

(1) กรณีเลือกใช้มากกว่า หรือ เท่ากับ 4 ข้อ ใน 7 ข้อ สมควรทำตามคำแนะนำของแนวทางในการลดการสูญเสียต้นทุนต่าง ๆ และต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

(2) กรณีเลือกใช้น้อยกว่า 4 ข้อ ใน 7 ข้อ ผู้ประกอบการสามารถเลือกวิธีการหรือแนวทางอื่นนอกเหนือจากแนวทางของงานวิจัยได้

ตารางที่ 5.7 แบบสำรวจสภาพปัญหาที่ควรปรับปรุงในเรื่องช่วงเวลาการผลิต Check list

ลำดับ	รายการที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจ	
		ใช่	ไม่ใช่
1	ใช้เครื่องจักรตลอด 24 ชั่วโมงใช่หรือไม่		
2	บางกระบวนการผลิตสามารถทำงานในช่วงเวลากลางคืนได้ใช่หรือไม่		
3	มีการทำงานเป็นกะใช่หรือไม่		
4	งานที่ต้องใช้ความละเอียดสูงใช่หรือไม่		
5	มีต้นทุนค่าไฟฟ้าสูงในงานที่ไม่ต้องการความละเอียดมากใช่หรือไม่		
6	มีพลังงานทดแทนแบบอื่นที่ช่วยเครื่องจักรทำงานใช่หรือไม่ มีพื้นที่เพียงพอสำหรับพลังงานทดแทนใช่หรือไม่		
7	มีต้นทุนค่าจ้างคนงานในงานที่ไม่ต้องการความละเอียดมาก		
8	ใช่หรือไม่		

การพิจารณาแบบสำรวจเพื่อเลือกใช้นโยบายตามข้อเสนอในงานวิจัยหรือแนวทางอื่น

(1) กรณีเลือกใช้น้อยกว่า หรือ เท่า กับ 4 ข้อ ใน 8 ข้อ สมควรทำตามคำแนะนำของแนวทางในการลดการสูญเสียต้นทุนต่าง ๆ และต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

(2) กรณีเลือกใช้น้อยกว่า 4 ข้อ ใน 8 ข้อ ผู้ประกอบการสามารถเลือกวิธีการแนวทางอื่นนอกเหนือจากแนวทางของงานวิจัยได้

ตารางที่ 5.8 แบบสำรวจสภาพปัญหาที่ควรปรับปรุงในเรื่องการใช้มอเตอร์ Check list

ลำดับ	รายการที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจ	
		ใช่	ไม่ใช่
1	มอเตอร์ใช้งานตลอด 24 ชั่วโมงใช่หรือไม่		
2	มอเตอร์เกิดความร้อนสูงขณะทำงานใช่หรือไม่		
3	มอเตอร์ที่ใช้งานมีความเร็วในการใช้งานระหว่าง 1,200-3,600 รอบต่อนาทีใช่หรือไม่		
4	อายุการใช้งานของมอเตอร์น้อยใช่หรือไม่		
5	มอเตอร์ขนาดแรงม้าเล็กแต่รับภาระได้น้อยใช่หรือไม่		
6	มอเตอร์ใช้งานเต็มประสิทธิภาพหรือใช่หรือไม่		
7	มอเตอร์ไม่มีระบบระบายความร้อนใช่หรือไม่		
8	มีการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มอเตอร์ใช่หรือไม่		
9	ขนาดของสายไฟที่ใช้กับมอเตอร์มีขนาดเหมาะสมใช่หรือไม่		
10	แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้กับมอเตอร์จ่ายไฟเพียงพอหรือไม่		

การพิจารณาแบบสำรวจเพื่อเลือกใช้แนวทางตามข้อเสนอในงานวิจัยหรือแนวทางอื่น

(1) กรณีเลือกไม่ใช้มากกว่า หรือ เท่ากับ 5 ข้อ ใน 10 ข้อ สมควรทำตามคำแนะนำของแนวทางในการลดการสูญเสียต้นทุนต่าง ๆ และต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

(2) กรณีเลือกไม่ใช้น้อยกว่า 5 ข้อ ใน 10 ข้อ ผู้ประกอบการสามารถเลือกวิธีการแนวทางอื่นนอกเหนือจากแนวทางของงานวิจัยได้

ตารางที่ 5.9 แบบสำรวจสภาพปัญหาที่ควรปรับปรุงในเรื่องระบบแสงสว่างในโรงงาน Check list

ลำดับ	รายการที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจ	
		ใช่	ไม่ใช่
1	ความสว่างโดยรวมในที่ทำงานเพียงพอใช่หรือไม่		
2	ความสว่างในการทำงานแต่ละจุดเพียงพอใช่หรือไม่		
3	โรงงานมีตำแหน่งที่จำเป็นต้องใช้แสงสว่างมาก ๆ ใช่หรือไม่		
4	หากเปลี่ยนหลอดไฟฟ้ามาเป็นหลอดแบบประหยัดไฟจะไม่ทำให้เกิดปัญหาใช่หรือไม่		
5	มีสถิติควบคุมหลอดไฟทั้งหมดมากกว่า 2 หลอดใช่หรือไม่		
6	มีสถิติควบคุมย่อยในแต่ละตำแหน่งใช่หรือไม่		
7	ขณะเปิดไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนใช่หรือไม่		
8	โรงงานใช้กระเบื้องแบบโปร่งแสงในบางตำแหน่งใช่หรือไม่		
9	โรงงานทำงานตลอด 24 ชั่วโมงใช่หรือไม่		
10	โรงงานเปิดไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมงใช่หรือไม่		
11	หลอดไฟที่ใช้ในโรงงานเป็นแบบไม่ประหยัดใช่หรือไม่		
12	มีพนักงานตรวจสอบการเปิด-ปิดหลอดไฟใช่หรือไม่		
13	ทุกระบวนการผลิตต้องการความละเอียดสูงใช่หรือไม่		

การพิจารณาแบบสำรวจเพื่อเลือกใช้นโยบายตามข้อเสนอในงานวิจัยหรือแนวทางอื่น

(1) กรณีเลือกใช้น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 7 ข้อ ใน 13 ข้อ สมควรทำตามคำแนะนำของแนวทางในการลดสายศูนย์เสียต้นทุนต่าง ๆ และต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

(2) กรณีเลือกใช้น้อยกว่า 7 ข้อ ใน 13 ข้อ ผู้ประกอบการสามารถเลือกวิธีการแนวทางอื่นนอกเหนือจากแนวทางของงานวิจัยได้

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2549. หลักปฏิบัติเทคโนโลยีสะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ฉบับผู้บริหาร. สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษในโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม.
- _____. 2549. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (ฉบับผู้ปฏิบัติการหลักปฏิบัติเทคโนโลยีสะอาด). สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษในโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม.
- กำจัด สุขเจริญ. 2546. การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีสะอาดไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตนาฬิกาแขวนผนัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- จุฑารัตน์ อริยะธรรมถาวร. 2546. การนำเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547. การศึกษาความเหมาะสมการใช้เทคโนโลยีถ่านหิน : กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐธินา งามวุฒิมังศรี. 2547. ผลของการใช้เทคโนโลยีสะอาดต่อผลิตภาพ ในอุตสาหกรรมแก้วเตี้ยวของประเทศ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดนอม ไชยวงศ์. 2546. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตถ้วยเหลืองฝักสดแช่เยือกแข็ง. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. 2540. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : Bangkok Cable Co, Ltd.
- ผดุงศักดิ์ วานิชชัง. 2535. การจัดการโรงสีข้าว ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรศาสตร์: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- พัชร ธรรมเดชศักดิ์. 2545. ประเมินการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในอุตสาหกรรมนมกรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พุทธรชاذ เมฆทอง. 2544. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการปรับปรุงกระบวนการอบแห้งแผ่นกัวยเตี้ยวโดยใช้เครื่องอบแห้ง แบบ Heat Pump Dryer. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วิวัฒน์ ภูมรกต. 2546. การพัฒนาการผลิตน้ำแข็ง ในโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยการใช้เทคโนโลยีสะอาด. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- ศาสวัต ไผ่จินดาโชติ. 2547. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดสำหรับงานโรงพยาบาลกรณีศึกษา : โรงซักฟอกโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ศูนย์อนามัยที่ 6 ขอนแก่น.
ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์. 2548. เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมและกรณีศึกษา.
กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สายรุ้ง จินตนา. 2547. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการจัดการน้ำเสีย และหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต ของบริษัทเครื่องสุขภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาขารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุพัตรา ตั้งจิตต์พรชัย. 2547. การประเมินโอกาสทางเทคโนโลยีสะอาดในการผลิตผักดองบรรจุกระป๋องของบริษัท สันติภาพ (ฮั่วเฟ็ง 1958) จำกัดเชียงใหม่. การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุรีย์ลักษณ์ วิฑูรย์พันธุ์. 2549. การนำเทคโนโลยีสะอาดมาช่วย ในการจัดการชีวมวล ของอุตสาหกรรมซีเมนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวรรณ บุญทิพย์. 2532 กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- สุวรรณี เฉลิมลาภวรบูรณ์. 2550. การนำเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ เพื่อลดของเสียในกระบวนการพิมพ์ระบบออฟเซต. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- เสกสรร พาป้อง. 2544 เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตเชื้อและกระดาษจากสา. ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์เคมี : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- เอกวิษข ไพรสุวรรณ. การลดต้นทุนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำแข็งหลอด โดยใช้เทคโนโลยี
สะอาด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2546.
- Alejandro R. and et al. “Operational change as a profitable cleaner production tool for a brewery”,
Journal of Cleaner Production xxx. 1–6, 2008.
- Bekithemba G. and et al. “Industrial water demand management and cleaner production potential:
a case of three industries in Bulawayo, Zimbabwe”, Physics and Chemistry of the
Earth. 28: 797–804, 2003.
- Canzhu G. and et al. “Utilization of distiller waste and residual mother liquor to prepare
precipitated calcium carbonate”, Journal of Cleaner Production. 15: 1419-1425, 2007.
- Carlos Montalvo Corral. “Sustainable production and consumption systems-cooperation for
change: assessing and simulating the willingness of the firm to adopt/develop cleaner
technologies. The case of the In-Bond industry in northern Mexico”, Journal of Cleaner
Production. 11: 411–426, 2003.
- Carol Boyle. “Education, sustainability and cleaner production”, Journal of Cleaner Production.
7: 83–87, 1999.
- Ellen H. M. Moors, Karel F. Mulder, Philip J. Vergragt. “Towards cleaner production: barriers and
strategies in the base metals producing industry”, Journal of Cleaner Production. 13:
657-668, 2005.
- Fitzgerald Yaw Jr. “Cleaner technologies for sustainable tourism: Caribbean case studies”, Journal
of Cleaner Production. 13: 117–134, 2005.
- Gavin Hilson, Vishal Nayee. “Environmental management system implementation in the mining
industry: a key to achieving cleaner production”, Int. J. Miner. Process. 64: 19-41,
2002.
- Georg Steinhauser. “Cleaner production in the Solvay Process: general strategies and recent
developments”, Journal of Cleaner Production. 16: 833-841, 2008.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Guoa, H.C. and et al. "Assessment of cleaner production options for alcohol industry of China: a study in the Shouguang Alcohol Factory", Journal of Cleaner Production. 14: 94-103.,2006.
- H.C. Guo and et al. "Assessment of cleaner production options for alcohol industry of China: a study in the Shouguang Alcohol Factory", Journal of Cleaner Production. 14: 94-103, 2006.
- Jae-Sok K. and et al. "Development of clean technology in alcohol fermentation industry", J. Cleaner Prod. 5: 263-261, 1997.
- Johannes F. and et al. "Practical experiences with the implementation of the concept of zero emissions in the surface treatment industry in Austria", Journal of Cleaner Production. 15: 1228-1239, 2007.
- M.H. Nagel. "Managing the environmental performance of production facilities in the electronics industry: more than application of the concept of cleaner production", Journal of Cleaner Production. 11: 11-26, 2003.
- Marie-Claude Belis-Bergouignan, Vanessa Oltra, Maider Saint Jean. "Trajectories towards clean technology: example of volatile organic compound emission reductions", Ecological Economics. 48: 201- 220, 2004.
- Michael Koefoed , Chris Buckley. "Clean technology transfer: a case study from the South African metal finishing industry, 2000-2005", Journal of Cleaner Production 16S1. S78-S84, 2008.
- N. Kiran-Ciliz. "Reduction in resource consumption by process modifications in cotton wet processes", Journal of Cleaner Production. 11: 481-486, 2003.
- Orathai Chavalparit, Maneerat Ongwandee. "Clean technology for the tapioca starch industry in Thailand", Journal of Cleaner Production xxx. 1-6, 2008.
- P. Eder. "Expert inquiry on innovation options for cleaner production in the chemical industry", Journal of Cleaner Production. 11: 347-364, 2003.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- P. Khunprasert and et al. "Radiographic film waste management in Thailand and cleaner technology for silver leaching", Journal of Cleaner Production 16. : 28-36, 2008.
- Priyantha D.C. and et al. "Strategies to overcome barriers for cleaner generation technologies in small developing power systems: Sri Lanka case study", Energy Conversion and Management. 47: 1179–1191, 2006.
- Ralph A. Luken, Jaroslav Navratil. "A programmatic review of UNIDO/UNEP national cleaner production centres", Journal of Cleaner Production.12: 195–205, 2004.
- Sangho L. and et al. "Clean technology in the crystal glass industry", J. Cleaner Prod. 207-210, 1997.
- Seema Unnikrishnan, D.S. Hegde. "Environmental training and cleaner production in Indian industry-A micro-level study", Resources, Conservation and Recycling. 50: 427–441, 2007.
- Sohair I. Abou-Elela and et al. "Application of cleaner production technology in chemical industry: a near zero emission", Journal of Cleaner Production. 15: 1852-1858, 2007.
- T. Kasikowski and et al. "Utilization of distiller waste from ammonia-soda processing", Journal of Cleaner Production.12: 759–769, 2004.
- T. Kasikowski, R. Buczkowski, E. Lemanowska. "Cleaner production in the ammonia-soda industry: an ecological and economic study", Journal of Environmental Management. 73: 339–356, 2004.
- Wilhelm Schramm, Roger Hackstock. "Cleaner technologies in the Fourth Framework Programme of the EU", Journal of Cleaner Production. 6: 129- 134, 1998.
- Xin Ren. "Cleaner production in China's pulp and paper industry", Journal of Cleaner Production. 6: 349–355, 1998.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางแสดงรายการเครื่องจักรทั้งหมด

ตารางที่ ก.1 รายการเครื่องจักรทั้งหมด

รายการเครื่องจักร				
ลำดับ	รายการ	แรงม้า	จำนวน	รวม แรงม้า
1	พัดลมดูดฝุ่น เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.70 เมตร	10	2	20
2	กระพ้อปากสี่ 0.25X 3.33X15.70 เมตร	3	2	6
3	ทำความสะอาดข้าวเปลือกขนาด 0.51 3.7เมตร	3	2	6
4	ตาข่ายไหลผ่านของเทพศิริรักษ์		1	0
5	กระพ้อขึ้นถัง 0.25X 0.33X15.0 เมตร	2	3	6
6	ถังขัดข้าวเปลือก 8.0 X16.0X 7.50 เมตร	3	2	6
7	สายพานลำเลียงใต้ถัง 0.50 X11.0 เมตร		1	0
8	กระพ้อปากสี่ 0.25X 3.33X15.70 เมตร	10	6	60
9	ถังพักข้าวเปลือกก่อนลงกะเทาะ	2	3	6
10	กะเทาะข้าวเปลือก op 6 เครื่อง	10	6	60
11	ตะแกรงข้าวเปลือก 1.20X4.25 เมตร	2	1	2
12	กระพ้อลำหยาบ 0.25X0.25X13.40 เมตร	2	1	2
13	กระพ้อปลายข้าวกล้อง 0.25X0.25X13.4เมตร	2	1	2
14	กระพ้อข้าวแกลบ .02X .035 X 15.80 เมตร	3	1	3
15	กระพ้อข้าวเปลือก.025X 0.35 X2.5 เมตร	3	1	3
16	ถังพักข้าวแกลบ 4.0X 8.0 X 2.5เมตร	0	1	0
17	ตะแกรงโยก 100 ช่อง	10	3	30
18	กระพ้อข้าวกล้อง 0.25 X 0.25 X 15.8เมตร	2	1	2
19	พัดลมดูดแกลบ เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.24 เมตร	15	2	30
20	สกรูรับคอ 20.10 X 6.0 เมตร	2	1	2
21	ถังพักข้าวกล้อง 4.0 X20.0X 2.50 เมตร	3	1	3
22	ถังพักข้าวกล้อง4.0 X20.0 X 2.50 เมตร		1	0
23	เครื่องแยกหิน cp รุ่น 10	7	1	7
24	พัดลมดูดเครื่องแยกหิน 0.70 เมตร	10	1	10

ตารางที่ ก.1 รายการเครื่องจักรทั้งหมด (ต่อ)

รายการเครื่องจักร				
ลำดับ	รายการ	แรงม้า	จำนวน	รวม แรงม้า
25	กระพ้อข้าวกลิ้งลงถึงหิน 10.25 0.25* 150	2	1	2
26	ถึงปักข้าวกลิ้งลงหิน 4.0 X4.0 2.5		1	0
27	หินขัดข้าวหนา 0.91 เมตร	30	2	60
28	พัดลมดูดรำหนา 1.10 เมตร	10	2	20
29	ตะแกรงคัดปลาย 120X2.44 เมตร	2	1	2
30	ถึงปักข้าวสาร หน 24.0 X4.0 เมตร		1	0
31	หินขัดข้าวสารบน 20.91 เมตร	30	2	60
32	พัดลมดูดรำหิน 21.10 เมตร	10	2	20
33	เครื่องขัดข้าว VTA	75	4	300
34	เครื่องขัดข้าว VBF	75	1	75
35	ตะแกรงคัดปลาย 21.20 X2.44 เมตร	2	1	2
36	กระพ้อข้าวสาร หน 2 ลง 30.25X0.15 X 15.0 เมตร	2	1	2
37	ถึงปักข้าวสาร หน 24.0 X4.0 เมตร		1	0
38	หินขัดข้าวสารบน 30.91 เมตร	30	2	60
39	พัดลมดูดรำหนา 31.10 เมตร	10	1	10
40	ตะแกรงคัดปลาย 31.20 X 2.44 เมตร	2	1	2
41	สกรูรับปลาย 1,2,3 0.20X10.0 เมตร	2	1	2
42	กระพ้อข้าวสาร หน 2 ลง 3 ลงตู้ดูด 025X15.0 เมตร	2	1	2
43	กระพ้อปลายข้าว ลงตู้ดูด 025X0.25X15.0 เมตร	2	1	2
44	พัดลมดูดตู้ 1.24 เมตร	15	1	15
45	คูสีฟัด 1.20X1.20		1	0
46	ตะแกรงข้าวสาร 1.20x3.66 เมตร	2	4	8
47	กระพ้อปลายข้าว 0.25x0.25x16.50 เมตร	2	1	2
48	กระพ้อข้าวหักเหล็ก 0.25x0.25x16.0 เมตร	2	0	0

ตารางที่ ก.1 รายการเครื่องจักรทั้งหมด (ต่อ)

รายการเครื่องจักร				
ลำดับ	รายการ	แรงม้า	จำนวน	รวม แรงม้า
49	กระพ้อข้าวสาร 0.25x0.25x15.50 เมตร	2	1	2
50	สกรูลำเรียง 0.35x8 เมตร	2	2	4
51	ตะแกรงกลมคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวเบอร์ 6 1 ส่วน 2	2	1	2
52	ตะแกรงกลมคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวเบอร์ 4 1 ส่วน 4	2	1	2
53	ตะแกรงกลมคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวเบอร์ 4 3 ส่วน 4	2	1	2
54	ตะแกรงกลมคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวเบอร์ 5	2	1	2
55	ตะแกรงกลมคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวเบอร์ 5 1 ส่วน 2	2	1	2
56	ตะแกรงกลมคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวเบอร์ 4 3 ส่วน 4	2	1	2
57	ตะแกรงกลมคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวเบอร์ 5	2	1	2
58	ตะแกรงกลมคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวเบอร์ 5 1 ส่วน 2	2	1	2
59	สายพานลำเลียงใต้ถัง ขนาด 0.40x9.0 เมตร	2	4	8
60	กระพ้อขึ้นถึงขั้ดมัน 0.25x0.25x10.0 เมตร	2	1	2
61	ถังพักข้าวสารก่อนขั้ดมัน 3.0x3.0x1.0		2	0
62	เครื่องขั้ดมัน cp	50	4	200
63	ปั้มน้ำเข้าเครื่องขั้ดมัน	1	4	4
64	สกรูดูดเครื่องขั้ดมัน 0.70 เมตร	10	4	40
65	สกรูลำเลียงร้อ่อน 0.25x8.0 เมตร	2	1	2
66	สกรูลำเลียงร้อ่อน 0.35x14.0 เมตร	3	1	3
67	กระพ้อร้อ่อน 0.25x0.25x10.0 เมตร	2	1	2
68	กระพ้อข้าวสาร 0.25x0.25x16.0 เมตร	2	1	2
69	สกรูลำเลียงข้าวสาร 0.35x9.0 เมตร	2	1	2
70	ตระแกรงกลม เบอร์ 4	2	1	2
71	ตระแกรงกลม เบอร์ 3 ส่วน 4	2	1	2
72	ตระแกรงกลม เบอร์ 5 1 ส่วน 2	2	1	2

ตารางที่ ก.1 รายการเครื่องจักรทั้งหมด (ต่อ)

รายการเครื่องจักร				
ลำดับ	รายการ	แรงม้า	จำนวน	รวม แรงม้า
73	ตระแกรงกลมเบอร์ 6 1 ส่วน 2	2	1	2
74	ตาข่ายไหลผ่านของเทพศิรินทร์		8	0
75	เครื่องยึงสี ซอตร์เท็ก รุ่น zav		1	0
76	ตาข่ายแพ็คเร็วไดโนล 50-100 ก.ก		1	0
77	ตาข่ายแพ็คเร็ว สกิว 50-100 ก.ก		1	0
78	จักรเย็บกระสอบอัตโนมัติ นิวลิ่ง	2	2	4
79	สานพานลำเลียงกระสอบ 0.40x3.50 เมตร	1	1	1
80	ปั๊มลมแเอ็คลอส รุ่น 2000 ลิตร	40	1	40
81	ตู้คอลโทรลควบคุมไฟฟ้า		1	0
82	ถังพักแกลบ 1.50 x3.0x2.0 เมตร		1	0
83	พัดลมดูดแกลบ 0.70	3	3	9
84	สกรูลำเลียงแกลบ 0.30x1.50 เมตร	1	1	1
85	เตาไซโคลนพร้อมโรเตอร์รี	1	1	1
86	กระพ้อปากสี 0.33x0.40x13.0 เมตร	5	1	5
87	ตู้ดูดฝุ่น 0.90x1.50x0.80 เมตร	5	1	5
88	ทำความสะอาดข้าวเปลือกขนาด 1.50x3.0 เมตร	3	1	3
89	กระพ้อขึ้นถังอบ 0.33x0.40x22.0 เมตร	5	6	30
90	ถังอบข้าวเปลือก 2.50x4.0x14 เมตร		5	0
91	สายพานลำเลียงหลังถัง 0.60 X18.0 เมตร	5	1	5
92	โรเตอร์รีได้ถังอบ	1	5	5
93	พัดลมดูดถัง 1.0 เมตร	10	11	110
94	สายพานลำเลียงข้าวเปลือก 0.40x44.00 เมตร	3	1	3
95	ทิปเปอร์สลักรางบัว	1	1	1
รวมแรงม้า			174	1431

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องตัดขาว

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขุดขาว

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pf1i+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:24	233.7	39.44	4185	0.45	12.56	22.83
2/12/2008 13:24	233.7	39.18	4092	0.45	12.28	22.32
2/12/2008 13:24	233.8	38.89	3973	0.44	11.92	21.67
2/12/2008 13:24	233.7	39.01	4026	0.44	12.08	21.96
2/12/2008 13:24	233.9	39.28	4108	0.45	12.32	22.41
2/12/2008 13:24	233.8	39.63	4229	0.46	12.69	23.07
2/12/2008 13:24	233.9	39.97	4338	0.46	13.01	23.66
2/12/2008 13:24	234	39.75	4250	0.46	12.75	23.18
2/12/2008 13:24	234	39.38	4114	0.45	12.34	22.44
2/12/2008 13:24	233.9	39.7	4253	0.46	12.76	23.20
2/12/2008 13:24	233.6	38.15	3601	0.4	10.80	19.64
2/12/2008 13:24	233.5	39.1	4045	0.44	12.14	22.06
2/12/2008 13:25	233.5	39.13	4043	0.44	12.13	22.05
2/12/2008 13:25	233.3	39.49	4211	0.46	12.63	22.97
2/12/2008 13:25	233.4	39.7	4285	0.46	12.86	23.37
2/12/2008 13:25	233.3	39.66	4237	0.46	12.71	23.11
2/12/2008 13:25	233.3	39.81	4298	0.46	12.89	23.44
2/12/2008 13:25	233.3	39.47	4164	0.45	12.49	22.71
2/12/2008 13:25	233.3	39.37	4140	0.45	12.42	22.58
2/12/2008 13:25	233.1	39.39	4201	0.46	12.60	22.91
2/12/2008 13:25	233	39.56	4241	0.46	12.72	23.13
2/12/2008 13:25	232.9	39.59	4270	0.46	12.81	23.29
2/12/2008 13:25	232.9	40.13	4494	0.48	13.48	24.51
2/12/2008 13:25	232.9	40	4427	0.47	13.28	24.15

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขัดขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pf1i+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:26	232.8	39.94	4404	0.47	13.21	24.02
2/12/2008 13:26	232.7	39.44	4195	0.46	12.59	22.88
2/12/2008 13:26	233	38.78	3921	0.43	11.76	21.39
2/12/2008 13:26	232.9	39.51	4263	0.46	12.79	23.25
2/12/2008 13:26	232.9	39.46	4241	0.46	12.72	23.13
2/12/2008 13:26	232.9	39.76	4352	0.47	13.06	23.74
2/12/2008 13:26	232.9	40	4438	0.48	13.31	24.21
2/12/2008 13:26	232.8	40.26	4561	0.49	13.68	24.88
2/12/2008 13:26	232.8	39.53	4291	0.47	12.87	23.41
2/12/2008 13:26	232.8	39.77	4352	0.47	13.06	23.74
2/12/2008 13:26	232.9	39.45	4216	0.46	12.65	23.00
2/12/2008 13:26	232.7	39.49	4219	0.46	12.66	23.01
2/12/2008 13:27	232.8	39.54	4226	0.46	12.68	23.05
2/12/2008 13:27	232.8	39.47	4210	0.46	12.63	22.96
2/12/2008 13:27	232.8	39.45	4209	0.46	12.63	22.96
2/12/2008 13:27	232.7	39.28	4142	0.45	12.43	22.59
2/12/2008 13:27	232.8	39.56	4255	0.46	12.77	23.21
2/12/2008 13:27	232.8	40.06	4443	0.48	13.33	24.23
2/12/2008 13:27	232.9	39.65	4258	0.46	12.77	23.23
2/12/2008 13:27	232.9	39.42	4192	0.46	12.58	22.87
2/12/2008 13:27	233	39.5	4236	0.46	12.71	23.11
2/12/2008 13:27	232.8	39.39	4198	0.46	12.59	22.90
2/12/2008 13:27	233	39.96	4388	0.47	13.16	23.93
2/12/2008 13:27	233	39.67	4311	0.47	12.93	23.51
2/12/2008 13:28	233	39.63	4300	0.47	12.90	23.45

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขั้วขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:28	233	39.8	4344	0.47	13.03	23.69
2/12/2008 13:28	233.2	39.73	4263	0.46	12.79	23.25
2/12/2008 13:28	233	39.65	4269	0.46	12.81	23.29
2/12/2008 13:28	233	39.98	4408	0.47	13.22	24.04
2/12/2008 13:28	233.1	39.49	4223	0.46	12.67	23.03
2/12/2008 13:28	233.2	39.31	4135	0.45	12.41	22.55
2/12/2008 13:28	233.2	39.53	4206	0.46	12.62	22.94
2/12/2008 13:28	233.1	39.62	4242	0.46	12.73	23.14
2/12/2008 13:28	233.1	39.49	4224	0.46	12.67	23.04
2/12/2008 13:28	232.9	39.33	4187	0.46	12.56	22.84
2/12/2008 13:28	233.1	39.27	4163	0.45	12.49	22.71
2/12/2008 13:29	233	39.42	4224	0.46	12.67	23.04
2/12/2008 13:29	233	39.47	4240	0.46	12.72	23.13
2/12/2008 13:29	233.3	39.2	4088	0.45	12.26	22.30
2/12/2008 13:29	233.3	39.37	4148	0.45	12.44	22.63
2/12/2008 13:29	233	39.49	4199	0.46	12.60	22.90
2/12/2008 13:29	233	39.51	4222	0.46	12.67	23.03
2/12/2008 13:29	233	39.29	4155	0.45	12.47	22.66
2/12/2008 13:29	233.1	38.85	3967	0.44	11.90	21.64
2/12/2008 13:29	233.1	38.9	3999	0.44	12.00	21.81
2/12/2008 13:29	233	38.79	3921	0.43	11.76	21.39
2/12/2008 13:29	233.1	39.31	4139	0.45	12.42	22.58
2/12/2008 13:29	233.1	39.39	4173	0.45	12.52	22.76
2/12/2008 13:30	233.1	39.23	4100	0.45	12.30	22.36
2/12/2008 13:30	232.7	39.48	4231	0.46	12.69	23.08

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขั้วขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:30	232.9	39.17	4090	0.45	12.27	22.31
2/12/2008 13:30	232.8	38.83	3951	0.44	11.85	21.55
2/12/2008 13:30	232.8	38.92	3965	0.44	11.90	21.63
2/12/2008 13:30	232.7	38.81	3959	0.44	11.88	21.59
2/12/2008 13:30	232.7	38.81	3957	0.44	11.87	21.58
2/12/2008 13:30	232.7	38.85	3961	0.44	11.88	21.61
2/12/2008 13:30	232.7	39	4061	0.45	12.18	22.15
2/12/2008 13:30	232.7	39.26	4146	0.45	12.44	22.61
2/12/2008 13:30	232.8	39.31	4184	0.46	12.55	22.82
2/12/2008 13:30	234.1	39.43	4121	0.45	12.36	22.48
2/12/2008 13:31	234.8	39.85	4260	0.46	12.78	23.24
2/12/2008 13:31	234.9	39.79	4211	0.45	12.63	22.97
2/12/2008 13:31	234.9	39.66	4167	0.45	12.50	22.73
2/12/2008 13:31	234.9	39.71	4186	0.45	12.56	22.83
2/12/2008 13:31	234.7	39.6	4134	0.44	12.40	22.55
2/12/2008 13:31	234.8	39.66	4156	0.45	12.47	22.67
2/12/2008 13:31	234.8	39.99	4300	0.46	12.90	23.45
2/12/2008 13:31	234.6	40.06	4323	0.46	12.97	23.58
2/12/2008 13:31	234.4	39.57	4135	0.44	12.41	22.55
2/12/2008 13:31	234.6	39.53	4154	0.45	12.46	22.66
2/12/2008 13:31	234.7	39.58	4171	0.45	12.51	22.75
2/12/2008 13:31	234.7	39.72	4211	0.45	12.63	22.97
2/12/2008 13:32	234.6	39.81	4268	0.46	12.80	23.28
2/12/2008 13:32	234.7	39.75	4264	0.46	12.79	23.26
2/12/2008 13:32	234.7	39.59	4242	0.46	12.73	23.14

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขัดขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:32	234.8	39.69	4286	0.46	12.86	23.38
2/12/2008 13:32	234.7	39.37	4106	0.44	12.32	22.40
2/12/2008 13:32	234.8	39.69	4209	0.45	12.63	22.96
2/12/2008 13:32	234.6	40.02	4345	0.46	13.04	23.70
2/12/2008 13:32	234.7	39.87	4276	0.46	12.83	23.32
2/12/2008 13:32	234.6	39.67	4179	0.45	12.54	22.79
2/12/2008 13:32	234.3	39.54	4132	0.44	12.40	22.54
2/12/2008 13:32	234.3	39.82	4266	0.46	12.80	23.27
2/12/2008 13:32	234.2	39.54	4138	0.45	12.41	22.57
2/12/2008 13:33	234.3	39.15	3994	0.44	11.98	21.79
2/12/2008 13:33	234.4	39.74	4222	0.45	12.67	23.03
2/12/2008 13:33	234.6	39.59	4170	0.45	12.51	22.75
2/12/2008 13:33	234.4	40.03	4370	0.47	13.11	23.84
2/12/2008 13:33	234.4	39.92	4300	0.46	12.90	23.45
2/12/2008 13:33	234.5	39.78	4220	0.45	12.66	23.02
2/12/2008 13:33	234.7	39.92	4273	0.46	12.82	23.31
2/12/2008 13:33	234.8	39.75	4223	0.45	12.67	23.03
2/12/2008 13:33	234.7	39.76	4254	0.46	12.76	23.20
2/12/2008 13:33	234.6	39.82	4303	0.46	12.91	23.47
2/12/2008 13:33	234.6	39.59	4183	0.45	12.55	22.82
2/12/2008 13:33	234.6	39.58	4174	0.45	12.52	22.77
2/12/2008 13:34	234.5	39.88	4283	0.46	12.85	23.36
2/12/2008 13:34	234.5	40.17	4421	0.47	13.26	24.11
2/12/2008 13:34	234.5	39.91	4292	0.46	12.88	23.41
2/12/2008 13:34	234.5	39.26	4034	0.44	12.10	22.00

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขั้วขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:34	234.6	38.53	3641	0.4	10.92	19.86
2/12/2008 13:34	234.6	34.78	1205	0.15	3.62	6.57
2/12/2008 13:34	234.4	34.36	449.6	0.05	1.35	2.45
2/12/2008 13:34	234.4	34.45	307.2	0.04	0.92	1.68
2/12/2008 13:34	234.6	34.48	326.1	0.04	0.98	1.78
2/12/2008 13:34	234.7	34.54	347.8	0.04	1.04	1.90
2/12/2008 13:34	234.7	34.51	359.8	0.04	1.08	1.96
2/12/2008 13:34	234.6	34.79	999.2	0.12	3.00	5.45
2/12/2008 13:35	234.6	36.44	2481	0.29	7.44	13.53
2/12/2008 13:35	234.4	38.42	3622	0.4	10.87	19.76
2/12/2008 13:35	234.4	39.39	4039	0.44	12.12	22.03
2/12/2008 13:35	234.4	39.51	4063	0.44	12.19	22.16
2/12/2008 13:35	234.6	39.63	4112	0.44	12.34	22.43
2/12/2008 13:35	234.8	39.97	4267	0.45	12.80	23.27
2/12/2008 13:35	234.8	40.26	4383	0.46	13.15	23.91
2/12/2008 13:35	234.8	39.9	4210	0.45	12.63	22.96
2/12/2008 13:35	234.7	39.9	4242	0.45	12.73	23.14
2/12/2008 13:35	234.7	40.22	4365	0.46	13.10	23.81
2/12/2008 13:35	234.8	39.97	4226	0.45	12.68	23.05
2/12/2008 13:35	234.8	39.93	4203	0.45	12.61	22.93
2/12/2008 13:36	234.7	39.88	4237	0.45	12.71	23.11
2/12/2008 13:36	234.6	39.74	4189	0.45	12.57	22.85
2/12/2008 13:36	234.5	39.73	4192	0.45	12.58	22.87
2/12/2008 13:36	234.5	39.54	4128	0.44	12.38	22.52
2/12/2008 13:36	234.5	39.66	4173	0.45	12.52	22.76

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขุดขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:36	234.6	39.61	4139	0.44	12.42	22.58
2/12/2008 13:36	234.5	39.37	4073	0.44	12.22	22.22
2/12/2008 13:36	234.4	39.82	4277	0.46	12.83	23.33
2/12/2008 13:36	234.5	40.02	4327	0.46	12.98	23.60
2/12/2008 13:36	234.4	39.72	4226	0.45	12.68	23.05
2/12/2008 13:36	234.4	39.57	4162	0.45	12.49	22.70
2/12/2008 13:36	234.4	39.46	4121	0.44	12.36	22.48
2/12/2008 13:37	234.3	39.56	4165	0.45	12.50	22.72
2/12/2008 13:37	234.5	39.39	4087	0.44	12.26	22.29
2/12/2008 13:37	234.3	39.36	4105	0.44	12.32	22.39
2/12/2008 13:37	234.2	39.69	4243	0.46	12.73	23.14
2/12/2008 13:37	234.1	39.52	4163	0.45	12.49	22.71
2/12/2008 13:37	234.3	39.83	4283	0.46	12.85	23.36
2/12/2008 13:37	234.2	39.4	4082	0.44	12.25	22.27
2/12/2008 13:37	234.3	39.81	4233	0.45	12.70	23.09
2/12/2008 13:37	234.4	39.76	4193	0.45	12.58	22.87
2/12/2008 13:37	234.5	40.12	4334	0.46	13.00	23.64
2/12/2008 13:37	234.2	40.1	4317	0.46	12.95	23.55
2/12/2008 13:37	234.4	40.18	4334	0.46	13.00	23.64
2/12/2008 13:38	234.2	39.69	4155	0.45	12.47	22.66
2/12/2008 13:38	234.1	39.87	4252	0.46	12.76	23.19
2/12/2008 13:38	234.2	39.98	4304	0.46	12.91	23.48
2/12/2008 13:38	234	39.41	4092	0.44	12.28	22.32
2/12/2008 13:38	233.9	39.3	4048	0.44	12.14	22.08
2/12/2008 13:38	233.8	39.31	3991	0.43	11.97	21.77

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขั้วขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:38	233.9	39.19	3919	0.43	11.76	21.38
2/12/2008 13:38	234	39.41	3988	0.43	11.96	21.75
2/12/2008 13:38	234.1	40.11	4288	0.46	12.86	23.39
2/12/2008 13:38	234.1	39.95	4238	0.45	12.71	23.12
2/12/2008 13:38	234	39.5	4072	0.44	12.22	22.21
2/12/2008 13:38	234.1	39.48	4028	0.44	12.08	21.97
2/12/2008 13:39	234.1	39.94	4238	0.45	12.71	23.12
2/12/2008 13:39	234.1	39.59	4123	0.44	12.37	22.49
2/12/2008 13:39	234	39.39	4038	0.44	12.11	22.03
2/12/2008 13:39	234	38.46	3542	0.39	10.63	19.32
2/12/2008 13:39	234.3	34.63	959.2	0.12	2.88	5.23
2/12/2008 13:39	234.3	34.39	625.8	0.08	1.88	3.41
2/12/2008 13:39	234.3	34.4	452.8	0.06	1.36	2.47
2/12/2008 13:39	234.3	34.4	249.2	0.03	0.75	1.36
2/12/2008 13:39	234.4	34.41	303.3	0.04	0.91	1.65
2/12/2008 13:39	234.3	34.44	344.9	0.04	1.03	1.88
2/12/2008 13:39	234.4	34.48	353.3	0.04	1.06	1.93
2/12/2008 13:39	234.1	34.46	530.9	0.06	1.59	2.90
2/12/2008 13:40	234	35.19	1549	0.19	4.65	8.45
2/12/2008 13:40	233.9	37.33	3075	0.35	9.23	16.77
2/12/2008 13:40	233.8	39.09	3919	0.43	11.76	21.38
2/12/2008 13:40	233.9	39.67	4184	0.45	12.55	22.82
2/12/2008 13:40	234	39.6	4160	0.45	12.48	22.69
2/12/2008 13:40	234	39.33	4031	0.44	12.09	21.99
2/12/2008 13:40	234.1	39.22	3989	0.43	11.97	21.76

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขั้วขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:40	233.9	39.65	4196	0.45	12.59	22.89
2/12/2008 13:40	233.9	39.58	4165	0.45	12.50	22.72
2/12/2008 13:40	234	39.6	4167	0.45	12.50	22.73
2/12/2008 13:40	234	39.37	4081	0.44	12.24	22.26
2/12/2008 13:40	233.9	39.42	4113	0.44	12.34	22.43
2/12/2008 13:41	233.8	39.25	4017	0.44	12.05	21.91
2/12/2008 13:41	233.8	39.2	4021	0.44	12.06	21.93
2/12/2008 13:41	233.8	39.5	4149	0.45	12.45	22.63
2/12/2008 13:41	233.7	39.12	3984	0.44	11.95	21.73
2/12/2008 13:41	233.6	39.25	4036	0.44	12.11	22.01
2/12/2008 13:41	233.6	39.18	4024	0.44	12.07	21.95
2/12/2008 13:41	233.7	39.32	4125	0.45	12.38	22.50
2/12/2008 13:41	233.6	39.53	4222	0.46	12.67	23.03
2/12/2008 13:41	233.6	39.61	4235	0.46	12.71	23.10
2/12/2008 13:41	233.6	39.39	4128	0.45	12.38	22.52
2/12/2008 13:41	233.7	39.53	4183	0.45	12.55	22.82
2/12/2008 13:41	233.8	39.62	4222	0.46	12.67	23.03
2/12/2008 13:42	233.7	39.15	4046	0.44	12.14	22.07
2/12/2008 13:42	233.6	38.65	3866	0.43	11.60	21.09
2/12/2008 13:42	233.6	38.73	3902	0.43	11.71	21.28
2/12/2008 13:42	233.8	39.24	4141	0.45	12.42	22.59
2/12/2008 13:42	233.8	39.14	4089	0.45	12.27	22.30
2/12/2008 13:42	233.6	38.96	3998	0.44	11.99	21.81
2/12/2008 13:42	233.5	38.86	3959	0.44	11.88	21.59
2/12/2008 13:42	233.6	38.75	3934	0.43	11.80	21.46

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขั้วขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:42	233.7	39.18	4109	0.45	12.33	22.41
2/12/2008 13:42	233.5	39.1	4077	0.45	12.23	22.24
2/12/2008 13:42	233.7	38.89	3975	0.44	11.93	21.68
2/12/2008 13:42	233.6	39.13	4076	0.44	12.23	22.23
2/12/2008 13:43	233.5	39.48	4193	0.45	12.58	22.87
2/12/2008 13:43	233.3	39.02	4034	0.44	12.10	22.00
2/12/2008 13:43	233.5	39.36	4175	0.45	12.53	22.77
2/12/2008 13:43	233.3	38.92	4013	0.44	12.04	21.89
2/12/2008 13:43	233.3	38.85	3980	0.44	11.94	21.71
2/12/2008 13:43	233.3	38.84	3978	0.44	11.93	21.70
2/12/2008 13:43	233.2	38.85	4000	0.44	12.00	21.82
2/12/2008 13:43	233.2	38.99	4032	0.44	12.10	21.99
2/12/2008 13:43	233.2	39.26	4121	0.45	12.36	22.48
2/12/2008 13:43	233.5	38.96	3992	0.44	11.98	21.77
2/12/2008 13:43	233.5	39.13	4055	0.44	12.17	22.12
2/12/2008 13:43	233.5	39.35	4106	0.45	12.32	22.40
2/12/2008 13:44	233.4	39.02	3952	0.43	11.86	21.56
2/12/2008 13:44	233.4	39.12	4032	0.44	12.10	21.99
2/12/2008 13:44	233.4	38.84	3960	0.44	11.88	21.60
2/12/2008 13:44	233.4	38.71	3895	0.43	11.69	21.25
2/12/2008 13:44	233.4	38.92	3963	0.44	11.89	21.62
2/12/2008 13:44	233.4	38.68	3890	0.43	11.67	21.22
2/12/2008 13:44	233.6	38.7	3869	0.43	11.61	21.10
2/12/2008 13:44	233.5	38.79	3934	0.43	11.80	21.46
2/12/2008 13:44	233.4	38.97	4018	0.44	12.05	21.92

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขัดขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:44	233.4	39.34	4173	0.45	12.52	22.76
2/12/2008 13:44	233.4	39.2	4097	0.45	12.29	22.35
2/12/2008 13:44	233.4	38.55	3818	0.42	11.45	20.83
2/12/2008 13:45	233.4	38.82	3921	0.43	11.76	21.39
2/12/2008 13:45	233.3	39.34	4133	0.45	12.40	22.54
2/12/2008 13:45	233.2	39.5	4208	0.46	12.62	22.95
2/12/2008 13:45	233.3	39.28	4094	0.45	12.28	22.33
2/12/2008 13:45	233.2	39.44	4160	0.45	12.48	22.69
2/12/2008 13:45	233.3	39.47	4178	0.45	12.53	22.79
2/12/2008 13:45	233.2	39.15	4055	0.44	12.17	22.12
2/12/2008 13:45	233.4	39.18	4047	0.44	12.14	22.07
2/12/2008 13:45	233.3	39.16	4037	0.44	12.11	22.02
2/12/2008 13:45	233.3	39.05	3992	0.44	11.98	21.77
2/12/2008 13:45	233.2	39.24	4065	0.44	12.20	22.17
2/12/2008 13:45	233.4	39.15	4019	0.44	12.06	21.92
2/12/2008 13:46	233.3	39.04	3960	0.43	11.88	21.60
2/12/2008 13:46	233.2	39.15	4026	0.44	12.08	21.96
2/12/2008 13:46	233.1	39.14	4051	0.44	12.15	22.10
2/12/2008 13:46	233.1	39.6	4256	0.46	12.77	23.21
2/12/2008 13:46	233.3	39.65	4273	0.46	12.82	23.31
2/12/2008 13:46	233.4	39.59	4223	0.46	12.67	23.03
2/12/2008 13:46	233.3	39.75	4290	0.46	12.87	23.40
2/12/2008 13:46	233.4	39.43	4169	0.45	12.51	22.74
2/12/2008 13:46	233.2	39.21	4070	0.44	12.21	22.20
2/12/2008 13:46	233.2	39.4	4169	0.45	12.51	22.74

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขั้วขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:46	233.2	39.81	4315	0.46	12.95	23.54
2/12/2008 13:46	233.2	39.35	4153	0.45	12.46	22.65
2/12/2008 13:47	233.3	39.26	4100	0.45	12.30	22.36
2/12/2008 13:47	233.2	39.52	4220	0.46	12.66	23.02
2/12/2008 13:47	233.4	39.75	4313	0.46	12.94	23.53
2/12/2008 13:47	233.3	39.63	4215	0.46	12.65	22.99
2/12/2008 13:47	233.3	39.64	4184	0.45	12.55	22.82
2/12/2008 13:47	233.3	39.52	4157	0.45	12.47	22.67
2/12/2008 13:47	233.3	39.63	4197	0.45	12.59	22.89
2/12/2008 13:47	233.2	39.38	4085	0.44	12.26	22.28
2/12/2008 13:47	233.4	39.41	4101	0.44	12.30	22.37
2/12/2008 13:47	233.3	39.72	4261	0.46	12.78	23.24
2/12/2008 13:47	233.2	39.61	4203	0.45	12.61	22.93
2/12/2008 13:47	233.2	39.34	4083	0.44	12.25	22.27
2/12/2008 13:48	233.1	39.25	4064	0.44	12.19	22.17
2/12/2008 13:48	233.2	39.32	4093	0.45	12.28	22.33
2/12/2008 13:48	233.3	39.53	4159	0.45	12.48	22.69
2/12/2008 13:48	233.4	39.69	4189	0.45	12.57	22.85
2/12/2008 13:48	233.4	40	4330	0.46	12.99	23.62
2/12/2008 13:48	233.5	39.75	4232	0.46	12.70	23.08
2/12/2008 13:48	233.5	39.8	4237	0.46	12.71	23.11
2/12/2008 13:48	233.5	39.84	4257	0.46	12.77	23.22
2/12/2008 13:48	233.6	39.8	4257	0.46	12.77	23.22
2/12/2008 13:48	233.6	39.58	4153	0.45	12.46	22.65
2/12/2008 13:48	233.7	39.6	4179	0.45	12.54	22.79

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขั้วขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:48	233.7	39.43	4114	0.45	12.34	22.44
2/12/2008 13:49	233.5	39.44	4113	0.45	12.34	22.43
2/12/2008 13:49	233.5	39.82	4246	0.46	12.74	23.16
2/12/2008 13:49	233.8	40.01	4338	0.46	13.01	23.66
2/12/2008 13:49	233.8	39.6	4178	0.45	12.53	22.79
2/12/2008 13:49	233.8	39.39	4093	0.44	12.28	22.33
2/12/2008 13:49	233.8	39.21	4011	0.44	12.03	21.88
2/12/2008 13:49	233.8	39.36	4090	0.44	12.27	22.31
2/12/2008 13:49	233.6	39.57	4149	0.45	12.45	22.63
2/12/2008 13:49	233.6	39.76	4197	0.45	12.59	22.89
2/12/2008 13:49	233.7	39.9	4262	0.46	12.79	23.25
2/12/2008 13:49	233.6	39.96	4290	0.46	12.87	23.40
2/12/2008 13:49	233.6	40.11	4353	0.46	13.06	23.74
2/12/2008 13:50	233.6	40.06	4284	0.46	12.85	23.37
2/12/2008 13:50	233.6	39.64	4130	0.44	12.39	22.53
2/12/2008 13:50	233.6	39.8	4174	0.45	12.52	22.77
2/12/2008 13:50	233.4	39.74	4165	0.45	12.50	22.72
2/12/2008 13:50	233.5	39.98	4277	0.46	12.83	23.33
2/12/2008 13:50	233.4	39.84	4220	0.45	12.66	23.02
2/12/2008 13:50	233.5	39.91	4249	0.46	12.75	23.18
2/12/2008 13:50	233.5	39.62	4126	0.45	12.38	22.51
2/12/2008 13:50	233.5	39.45	4078	0.44	12.23	22.24
2/12/2008 13:50	233.5	39.52	4105	0.44	12.32	22.39
2/12/2008 13:50	233.4	39.69	4221	0.46	12.66	23.02
2/12/2008 13:50	233.3	39.84	4272	0.46	12.82	23.30

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขั้วขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:51	233.3	39.44	4134	0.45	12.40	22.55
2/12/2008 13:51	233.3	39.63	4236	0.46	12.71	23.11
2/12/2008 13:51	233.3	39.5	4199	0.46	12.60	22.90
2/12/2008 13:51	233.2	39.35	4109	0.45	12.33	22.41
2/12/2008 13:51	233	39.13	4031	0.44	12.09	21.99
2/12/2008 13:51	233	39.22	4051	0.44	12.15	22.10
2/12/2008 13:51	233.2	39.47	4120	0.45	12.36	22.47
2/12/2008 13:51	233.3	39.75	4225	0.46	12.68	23.05
2/12/2008 13:51	233.3	40.04	4337	0.46	13.01	23.66
2/12/2008 13:51	233.3	40.17	4393	0.47	13.18	23.96
2/12/2008 13:51	233.3	40.05	4321	0.46	12.96	23.57
2/12/2008 13:51	233.2	39.82	4265	0.46	12.80	23.26
2/12/2008 13:52	233.1	39.85	4300	0.46	12.90	23.45
2/12/2008 13:52	233.2	39.63	4228	0.46	12.68	23.06
2/12/2008 13:52	233.3	39.15	4014	0.44	12.04	21.89
2/12/2008 13:52	233.3	39.49	4157	0.45	12.47	22.67
2/12/2008 13:52	233.4	39.81	4293	0.46	12.88	23.42
2/12/2008 13:52	233.4	39.71	4246	0.46	12.74	23.16
2/12/2008 13:52	233.3	40.01	4368	0.47	13.10	23.83
2/12/2008 13:52	233.2	40.37	4523	0.48	13.57	24.67
2/12/2008 13:52	233.3	40.15	4412	0.47	13.24	24.07
2/12/2008 13:52	233.1	39.81	4319	0.47	12.96	23.56
2/12/2008 13:52	233.2	40	4368	0.47	13.10	23.83

ตารางที่ ข.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขั้วขาว (ต่อ)

Date & Time	V1 Avg (V)	I1 Avg (A)	P1/E+ Avg (W)	Pfli+ Avg	kW	%kW
2/12/2008 13:52	233.2	39.93	4296	0.46	12.89	23.43
					11.96	21.75

การใช้งานเฉลี่ยของเครื่องขั้วขาวต่อวัน 11.96 Kw

ประสิทธิภาพของมอเตอร์เครื่องขั้วขาว 21.75 %

ภาคผนวก ก
ตารางแสดงผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องอัดมัน

ตารางที่ ก.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขุดมัน

Date & Time	St/E+ Avg (VA)	Pt/E+ Avg (W)	Pt/E+ Avg (kW)
2/12/2008 22:36	33280	26530	26.53
2/12/2008 22:36	33340	26570	26.57
2/12/2008 22:36	33480	26720	26.72
2/12/2008 22:36	33280	26530	26.53
2/12/2008 22:36	33250	26460	26.46
2/12/2008 22:36	33330	26510	26.51
2/12/2008 22:36	33340	26500	26.5
2/12/2008 22:36	33290	26410	26.41
2/12/2008 22:36	33780	26900	26.9
2/12/2008 22:36	33470	26550	26.55
2/12/2008 22:36	34080	27190	27.19
2/12/2008 22:36	33920	26970	26.97
2/12/2008 22:37	33610	26640	26.64
2/12/2008 22:37	33540	26550	26.55
2/12/2008 22:37	33330	26350	26.35
2/12/2008 22:37	33810	26830	26.83
2/12/2008 22:37	33820	26840	26.84
2/12/2008 22:37	33810	26800	26.8
2/12/2008 22:37	33660	26610	26.61
2/12/2008 22:37	33600	26570	26.57
2/12/2008 22:37	33670	26640	26.64
2/12/2008 22:37	33180	26480	26.48
2/12/2008 22:37	33100	26430	26.43
2/12/2008 22:37	33230	26590	26.59
2/12/2008 22:38	32930	26260	26.26

ตารางที่ ก.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขุดมัน

Date & Time	St/E+ Avg (VA)	Pt/E+ Avg (W)	Pt/E+ Avg (kW)
2/12/2008 22:38	33360	26730	26.73
2/12/2008 22:38	33080	26410	26.41
2/12/2008 22:38	33340	26730	26.73
2/12/2008 22:38	33420	26820	26.82
2/12/2008 22:38	33170	26530	26.53
2/12/2008 22:38	33170	26520	26.52
2/12/2008 22:38	33190	26490	26.49
2/12/2008 22:38	33160	26460	26.46
2/12/2008 22:38	33050	26330	26.33
2/12/2008 22:38	33520	26830	26.83
2/12/2008 22:38	33370	26650	26.65
2/12/2008 22:39	33130	26370	26.37
2/12/2008 22:39	33240	26500	26.5
2/12/2008 22:39	33270	26520	26.52
2/12/2008 22:39	33310	26600	26.6
2/12/2008 22:39	33050	26470	26.47
2/12/2008 22:39	33130	26610	26.61
2/12/2008 22:39	33140	26650	26.65
2/12/2008 22:39	32960	26490	26.49
2/12/2008 22:39	33010	26550	26.55
2/12/2008 22:39	32810	26340	26.34
2/12/2008 22:39	32870	26430	26.43
2/12/2008 22:39	32840	26410	26.41
2/12/2008 22:40	32780	26410	26.41
2/12/2008 22:40	32660	26270	26.27

ตารางที่ ค.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขุดมัน (ต่อ)

Date & Time	St/E+ Avg (VA)	Pt/E+ Avg (W)	Pt/E+ Avg (kW)
2/12/2008 22:40	32890	26570	26.57
2/12/2008 22:40	32770	26420	26.42
2/12/2008 22:40	32650	26290	26.29
2/12/2008 22:40	32650	26290	26.29
2/12/2008 22:40	32990	26660	26.66
2/12/2008 22:40	32640	26280	26.28
2/12/2008 22:40	32910	26570	26.57
2/12/2008 22:40	32840	26500	26.5
2/12/2008 22:40	32870	26530	26.53
2/12/2008 22:40	32760	26420	26.42
2/12/2008 22:41	32700	26350	26.35
2/12/2008 22:41	32590	26250	26.25
2/12/2008 22:41	32850	26510	26.51
2/12/2008 22:41	32850	26550	26.55
2/12/2008 22:41	32890	26590	26.59
2/12/2008 22:41	32740	26430	26.43
2/12/2008 22:41	33000	26700	26.7
2/12/2008 22:41	32680	26360	26.36
2/12/2008 22:41	32790	26490	26.49
2/12/2008 22:41	32500	26180	26.18
2/12/2008 22:41	32680	26370	26.37
2/12/2008 22:41	32630	26320	26.32
2/12/2008 22:42	32860	26490	26.49
2/12/2008 22:42	33000	26640	26.64
2/12/2008 22:42	32940	26580	26.58

ตารางที่ ค.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขุดมัน (ต่อ)

Date & Time	St/E+ Avg (VA)	Pt/E+ Avg (W)	Pt/E+ Avg (kW)
2/12/2008 22:42	32850	26480	26.48
2/12/2008 22:42	32870	26490	26.49
2/12/2008 22:42	32950	26560	26.56
2/12/2008 22:42	33040	26640	26.64
2/12/2008 22:42	32750	26330	26.33
2/12/2008 22:42	32750	26310	26.31
2/12/2008 22:42	32880	26470	26.47
2/12/2008 22:42	32930	26520	26.52
2/12/2008 22:42	32890	26470	26.47
2/12/2008 22:43	32940	26530	26.53
2/12/2008 22:43	32840	26440	26.44
2/12/2008 22:43	32730	26360	26.36
2/12/2008 22:43	32830	26430	26.43
2/12/2008 22:43	33060	26650	26.65
2/12/2008 22:43	32940	26530	26.53
2/12/2008 22:43	32850	26450	26.45
2/12/2008 22:43	32820	26400	26.4
2/12/2008 22:43	33090	26660	26.66
2/12/2008 22:43	32930	26470	26.47
2/12/2008 22:43	32840	26390	26.39
2/12/2008 22:43	33060	26620	26.62
2/12/2008 22:44	33210	26780	26.78
2/12/2008 22:44	33030	26590	26.59
2/12/2008 22:44	33030	26580	26.58
2/12/2008 22:44	32710	26220	26.22

ตารางที่ ก.1 ผลประสิทธิภาพมอเตอร์เครื่องขุดมัน (ต่อ)

Date & Time	St/E+ Avg (VA)	Pt/E+ Avg (W)	Pt/E+ Avg (kW)
2/12/2008 22:44	32780	26290	26.29
2/12/2008 22:44	32700	26220	26.22
2/12/2008 22:44	33060	26590	26.59
2/12/2008 22:44	32910	26430	26.43
2/12/2008 22:44	32830	26370	26.37
2/12/2008 22:44	33160	26740	26.74
2/12/2008 22:44	32910	26480	26.48
2/12/2008 22:44	32970	26550	26.55
2/12/2008 22:45	32790	26340	26.34
2/12/2008 22:45	33050	26610	26.61
2/12/2008 22:45	33190	26750	26.75
2/12/2008 22:45	32890	26410	26.41
2/12/2008 22:45	32900	26440	26.44
2/12/2008 22:45	32920	26450	26.45
2/12/2008 22:45	33260	26780	26.78
2/12/2008 22:45	33050	26550	26.55
2/12/2008 22:45	33130	26610	26.61
2/12/2008 22:45	32990	26470	26.47
2/12/2008 22:45	32940	26410	26.41
			26.52

ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเครื่องคือ 26.52 kW

ภาคผนวก ง
รายละเอียดการตรวจวัดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า
ในกระบวนการผลิต

ตารางที่ ง.1 รายละเอียดการตรวจวัดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต

รายละเอียดการตรวจวัดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต															
ลำดับ	รหัส แผนผัง เครื่องจักร	รายละเอียด ของอุปกรณ์	จำนวน	กำลังไฟ ไฟฟ้า ติดตั้ง (kW)	Volt (V)	I1	Amp (A) I2	I3gigup o.	PF	กำลังไฟฟ้า ที่ใช้ (kW)	เวลาทำงาน			พลังงานไฟฟ้าที่ ใช้ (kWh/ปี)	
											d/y	h/d	F		
MDB1															
1	M001	พัดลมดูดละออง	2	7.50	405.00	9.60	9.54	9.80	0.85	5.75	365	12	0.30	15,116.01	
2	M002	กระพ้อหมุนเบา	2	3.75	405.00	5.80	5.70	5.12	0.85	3.30	365	12	0.30	8,681.00	
3	M002	เครื่องทำความสะอาด	2	1.50	405.00	2.60	2.90	3.10	0.85	1.71	365	12	0.30	4,491.97	
4	M002	กระพ้อปากสี	2	3.75	405.00	5.62	5.44	5.45	0.85	3.28	365	12	0.30	8,623.54	
5	M002	พัดลมดูดกลิ่น	2	11.20	405.00	15.44	15.30	15.20	0.85	9.13	365	12	0.30	23,995.49	
MDB2											23.18	37.55			
6	M002	กระพ้อข้าวเกลือ	1	3.75	405.00	4.60	4.30	4.80	0.91	2.92	365	12	0.30	3,830.47	
7	M002	กระพ้อข้าวปลายท้อง	1	3.75	405.00	4.30	4.50	4.11	0.91	2.75	365	12	0.30	3,609.59	
8	M002	กระพ้อข้าวกลับ	1	3.75	405.00	4.00	4.60	4.70	0.91	2.83	365	12	0.30	3,718.63	
9	M002	กระพ้อรำหยาบ	1	3.75	405.00	3.90	3.55	3.88	0.91	2.41	365	12	0.30	3,167.82	
10	M002	พัดลมร่าก่อน	6	11.20	405.00	7.90	7.60	8.40	0.91	5.09	365	12	0.30	40,094.08	
11	M002	พัดลมแยกหิน	1	3.75	405.00	4.50	4.50	4.50	0.91	2.87	365	12	0.30	3,774.55	
12	M002	กระพ้อข้าวเปลือก4	1	3.75	405.00	4.40	4.40	4.40	0.91	2.81	365	12	0.30	3,690.67	
13	M002	กระพ้อข้าวท้อง	2	3.75	405.00	4.11	4.11	4.11	0.91	2.62	365	12	0.30	6,894.84	
MDB3											24.29	24.35			
14	M002	สกรูเกลียวใต้สปีด	1		405.00	3.30	3.20	3.80	0.72	1.71	365	12	0.30	2,246.94	
MDB4															
15	M002	ตะแกรงหมั่นข้าวสาร	4	1.50	405.00	3.20	3.40	3.50	0.67	1.57	365	12	0.30	8,251.92	
16	M002	สกรูข้าวท้อง	1		405.00	1.50	1.70	1.20	0.54	0.55	365	12	0.30	722.70	
17	M002	กระพ้อหิน	2	3.75	405.00	2.10	1.80	1.90	0.62	0.83	365	12	0.30	2,181.24	
18	M002	หัวกระถาง	6	7.50	405.00	2.50	2.60	2.70	0.73	1.32	365	12	0.30	10,406.88	
19	M002	สายพานลำเลียง ข้าวเปลือก	3	2.50	405.00	4.10	3.90	3.80	0.80	2.18	365	12	0.30	8,593.56	
MDB5															
20	M002	กระพ้อข้าวปลาย	2		405.00	3.20	3.10	3.30	0.67	1.49	365	12	0.30	3,915.72	
21	M002	กระพ้อหิน	2		405.00	2.70	2.50	2.60	0.67	1.21	365	12	0.30	3,179.88	
22	M002	เครื่องขัดขาว(VTA)4	1	55.00	405.00	2.00	2.10	2.30	0.71	1.05	365	12	0.30	1,379.70	
MDB6															
23	M002	เครื่องขัดขาว(VTA)1	1	55.00	405.00	2.40	2.30	2.70	0.68	1.17	365	12	0.30	1,537.38	
MDB7															
	M002	พัดลมขัดมัน	4	7.50	405.00	2.60	2.70	2.20	0.71	1.24	365	12	0.30	6,517.44	
25	M002	เครื่องขัดขาว(VTA)3	1	55.00	405.00	3.70	3.80	3.60	0.68	1.76	365	12	0.30	2,312.64	
MDB8															
26	M002	เครื่องขัดขาว(VTA)2	1	55.00	ขณะตรวจวัดไม่ได้ใช้งาน										
MDB9															
27	M002	เครื่องขัดมัน	1	37.00	ขณะตรวจวัดไม่ได้ใช้งาน										
28	M002	สกรูปลายใต้บันได	1	1.50	ขณะตรวจวัดไม่ได้ใช้งาน										
29	M002	ตะแกรงหมั่นแยก กาก	3	1.50	ขณะตรวจวัดไม่ได้ใช้งาน										
MDB10															
30	M002	เครื่องขัดขาว	1	55.00	ขณะตรวจวัดไม่ได้ใช้งาน										

ภาคผนวก จ
ประมวลภาพถ่ายเครื่องจักรในโรงสีข้าวที่ศึกษา

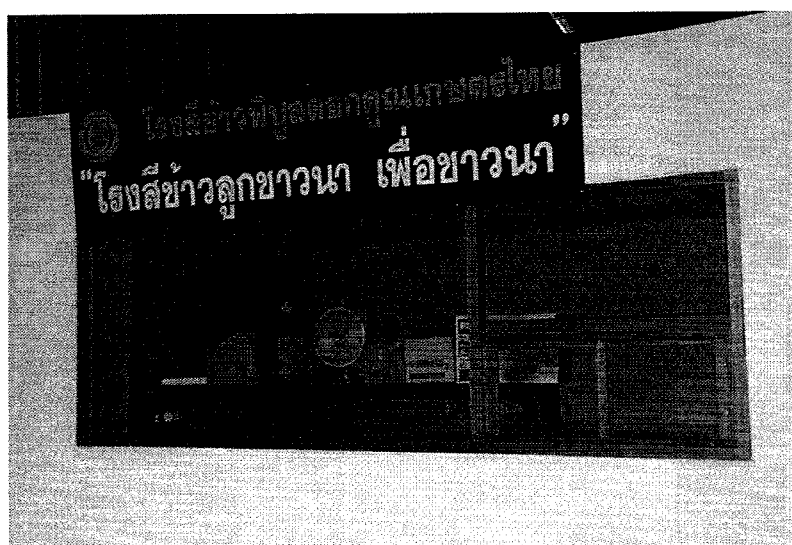
ประมวลภาพถ่ายเครื่องจักรในโรงสีข้าวที่ศึกษา



ภาพที่ จ.1 ป้ายโรงสี



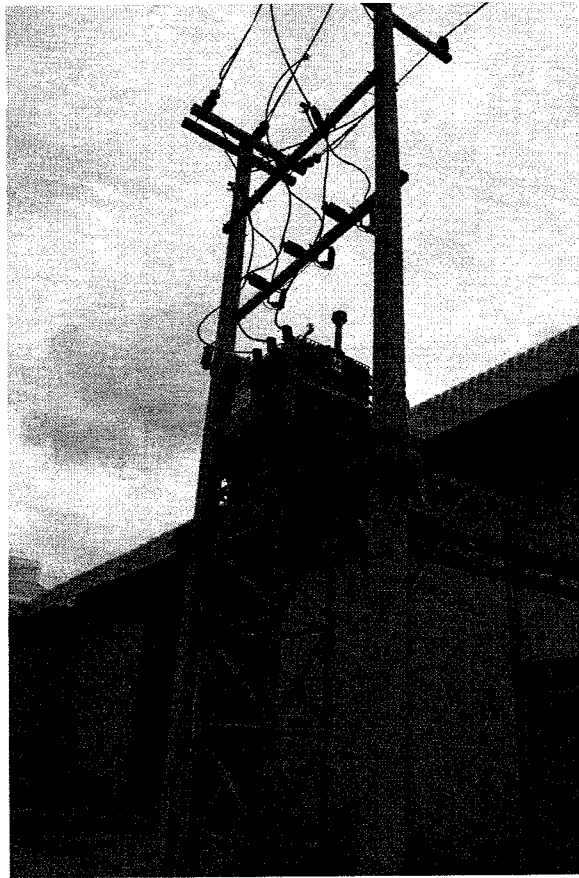
ภาพที่ จ.2 เครื่องชั่งน้ำหนักอัตโนมัติ



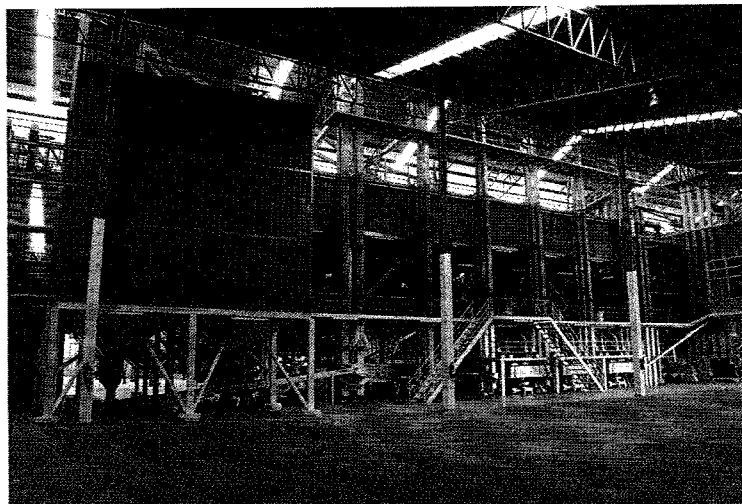
ภาพที่ จ.3 เครื่องชั่งอัตโนมัติ



ภาพที่ จ.4 อาคารโรงงาน



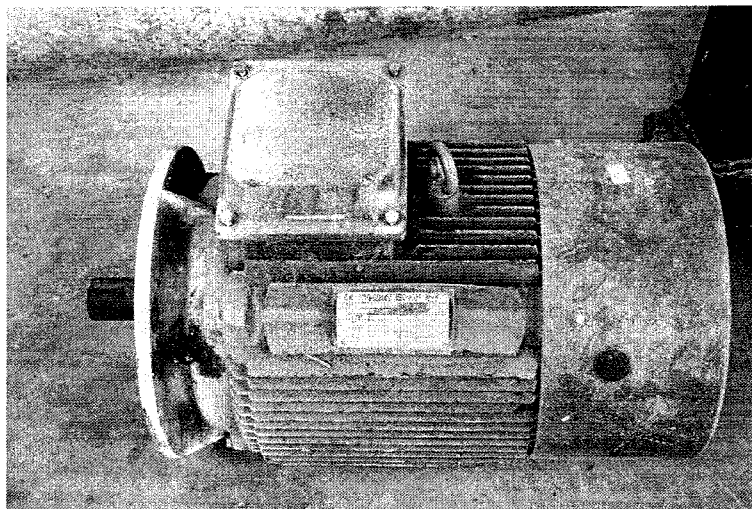
ภาพที่ จ.5 หม้อแปลงไฟฟ้า



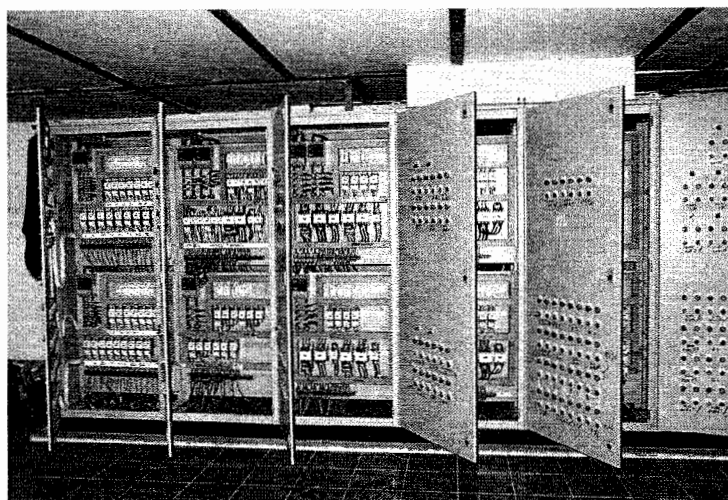
ภาพที่ จ.6 รานตีข้าว



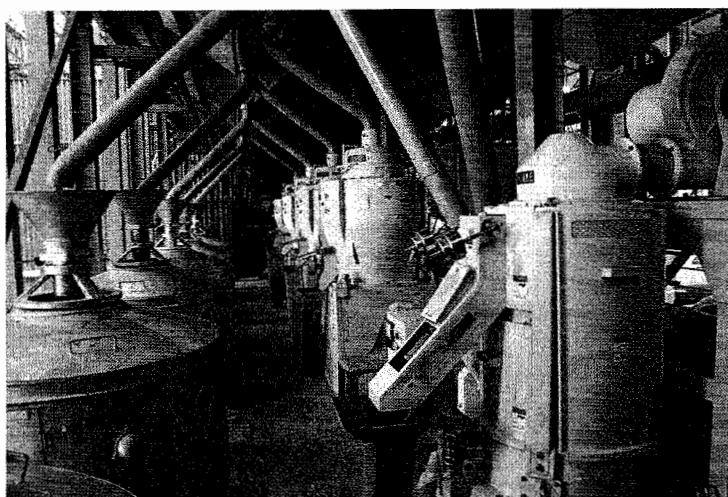
ภาพที่ จ.7 ร้านสีข้าว



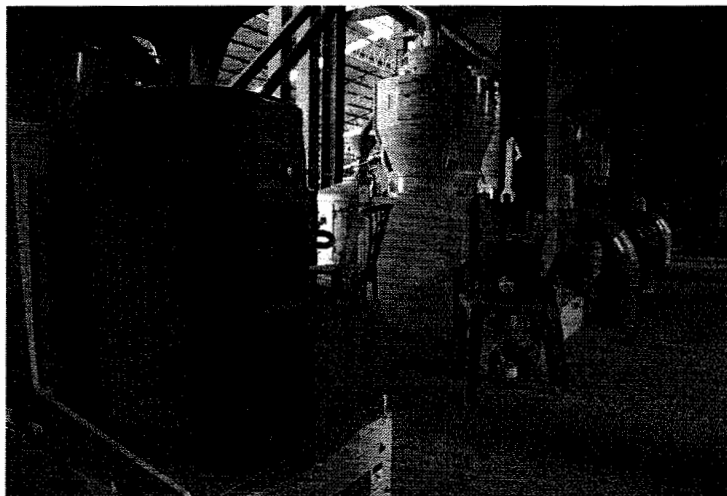
ภาพที่ จ.8 มอเตอร์



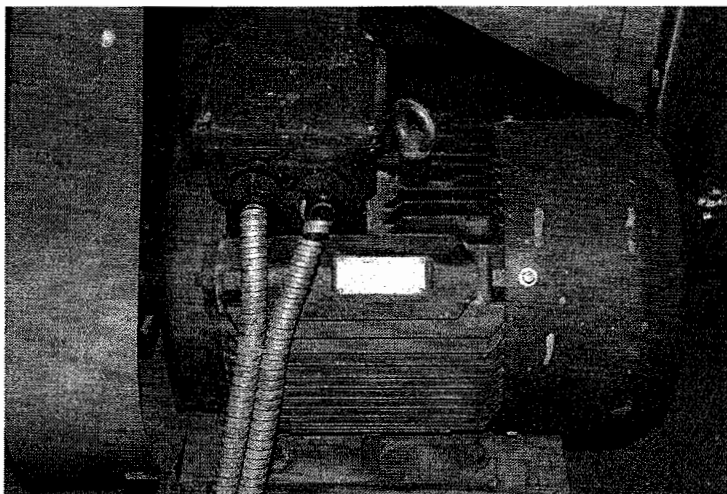
ภาพที่ จ.9 ตู้คอนโทรล



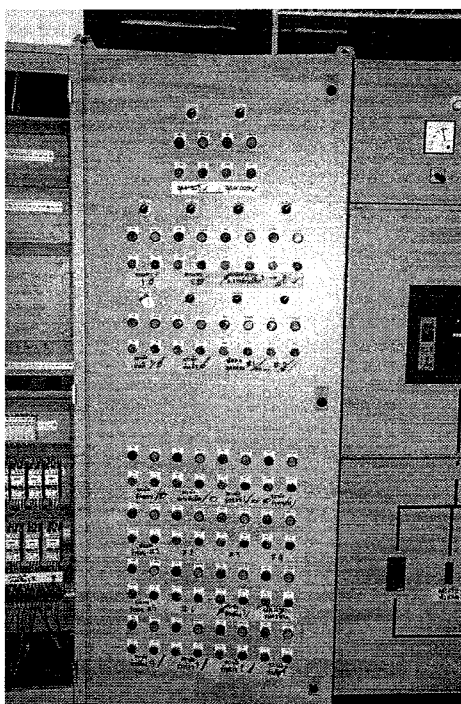
ภาพที่ จ.10 เครื่องขัดมัน



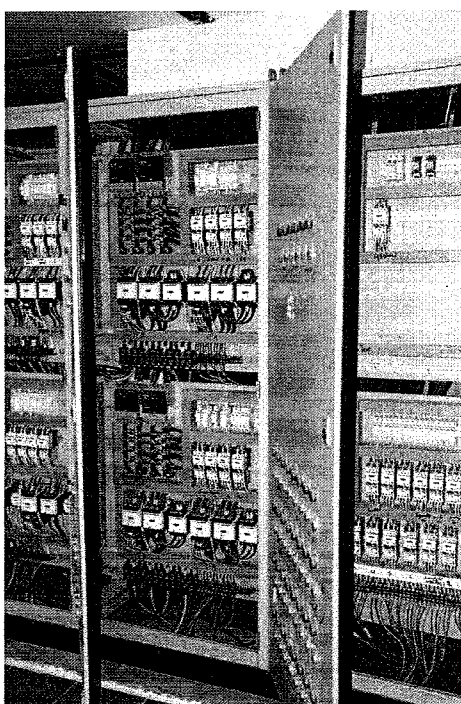
ภาพที่ จ.11 เครื่องขั้ดมัน



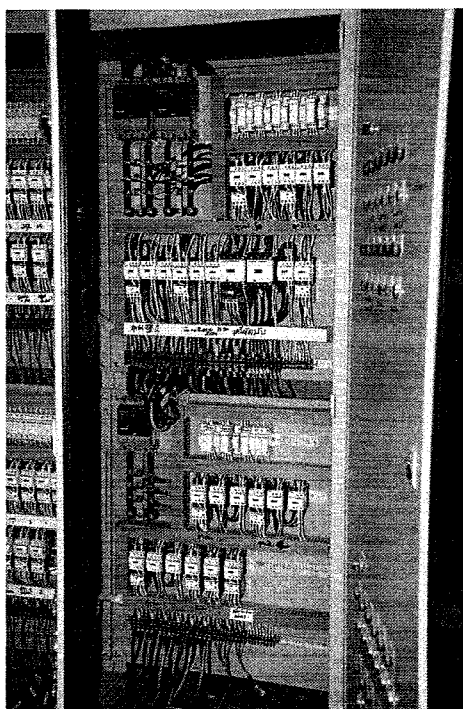
ภาพที่ จ.12 มอเตอร์



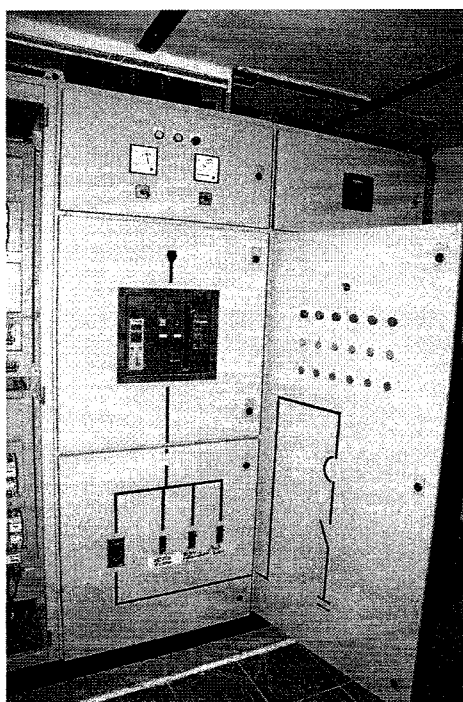
ภาพที่ จ.13 ตู้คอนโทรล



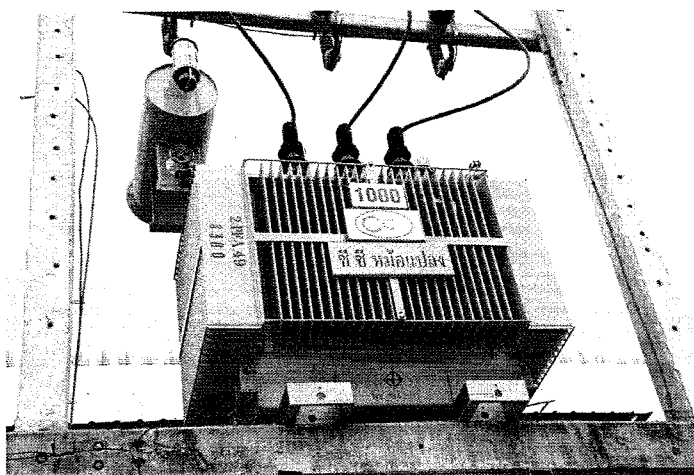
ภาพที่ จ.14 ตู้คอนโทรล



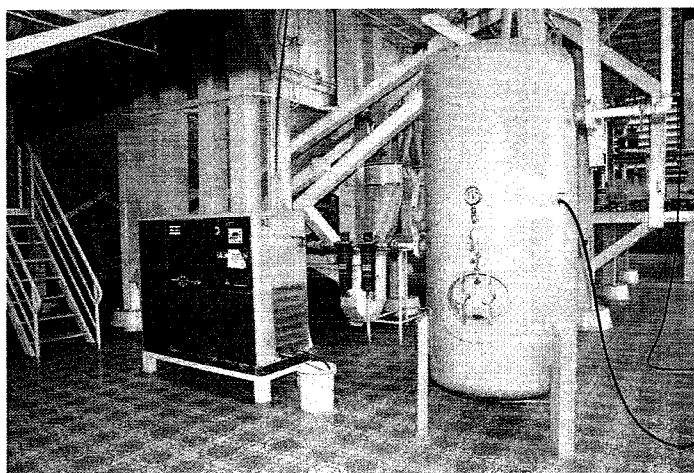
ภาพที่ จ.15 ตู้คอนโทรล



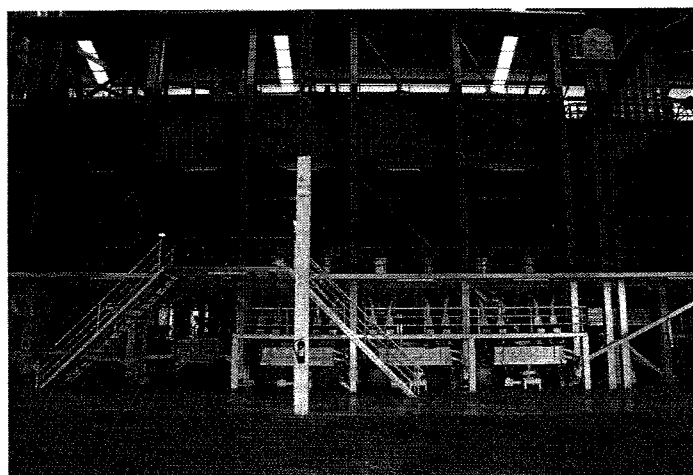
ภาพที่ จ.16 ตู้คอนโทรล



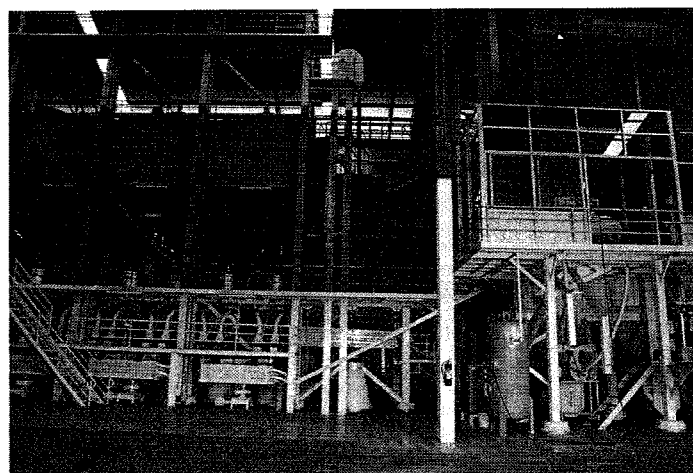
ภาพที่ จ.17 หม้อแปลงไฟฟ้า



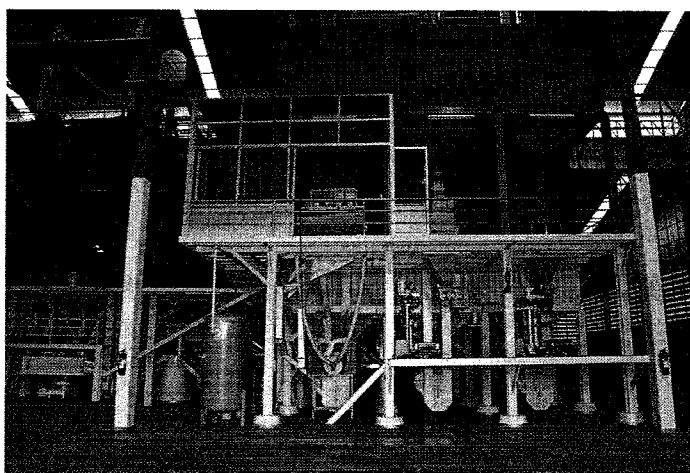
ภาพที่ จ.18 ปัมลม



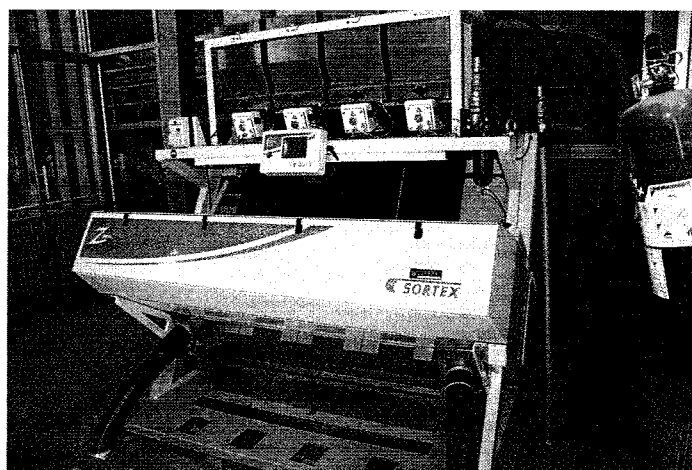
ภาพที่ จ.19 ร้านสีข้าว



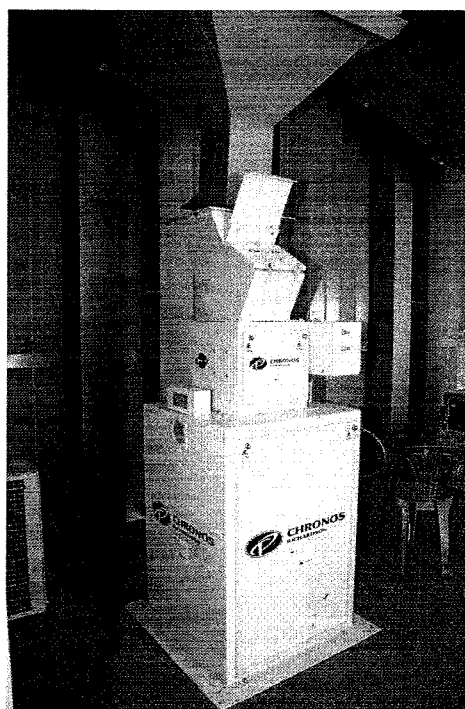
ภาพที่ จ.20 ร้านสีข้าว



ภาพที่ จ.21 รันลิข้าว



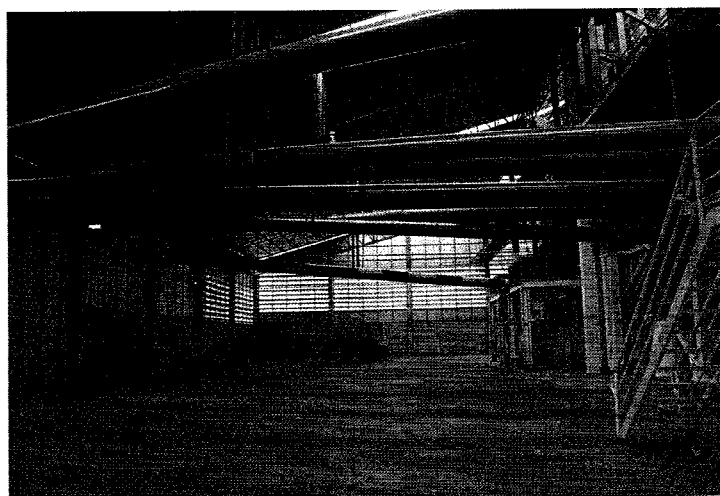
ภาพที่ จ.22 เครื่องย้งลิ



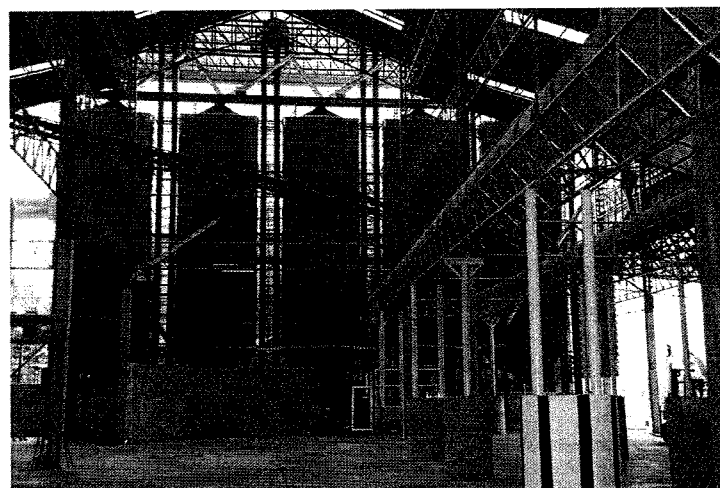
ภาพที่ จ.23 เครื่องชั่งน้ำหนักอัตโนมัติ



ภาพที่ จ.24 ตะแกรงกลม



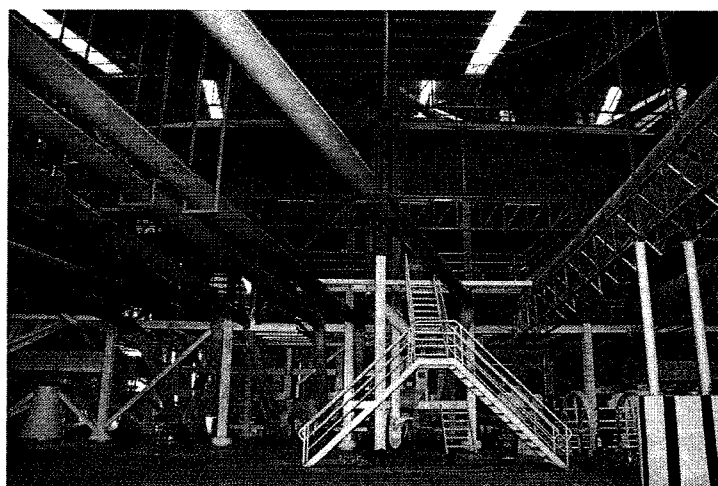
ภาพที่ จ.25 ท่อส่งร่าหยาบ-ร่าละเอียด



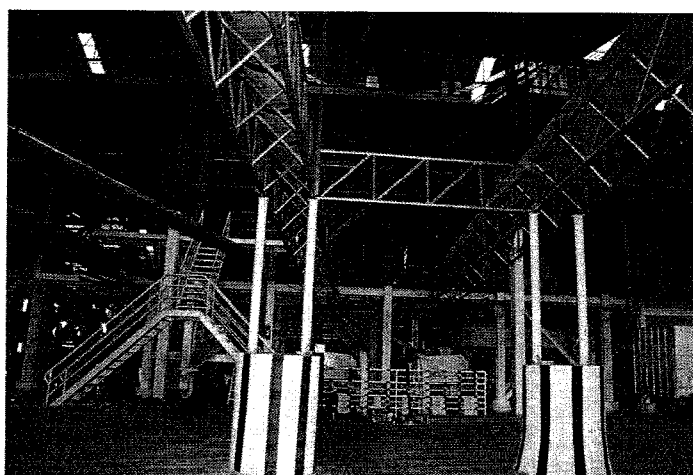
ภาพที่ จ.26 เครื่องอบลดความชื้น



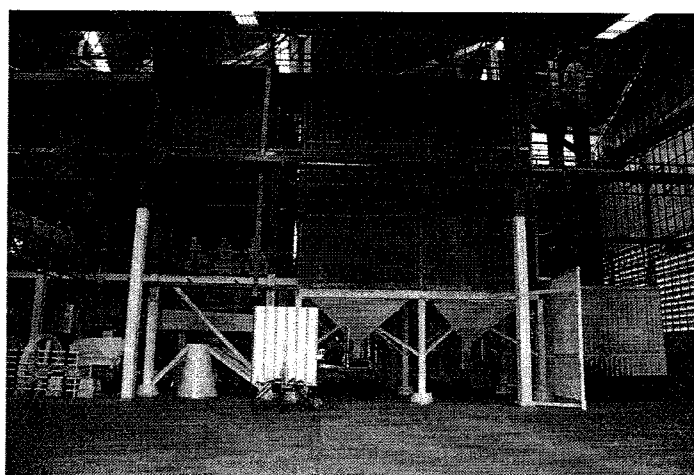
ภาพที่ จ.27 ห้องเก็บรำ



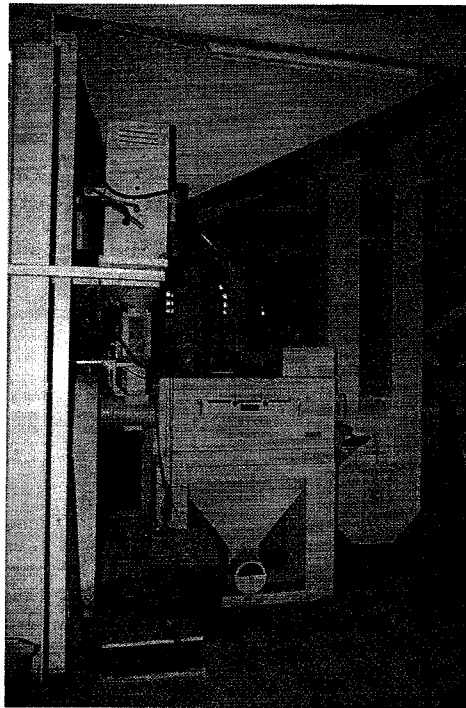
ภาพที่ จ.28 ท่อส่งรำหยาบ-รำละเอียด



ภาพที่ จ.29 ท่อส่งแก๊ส



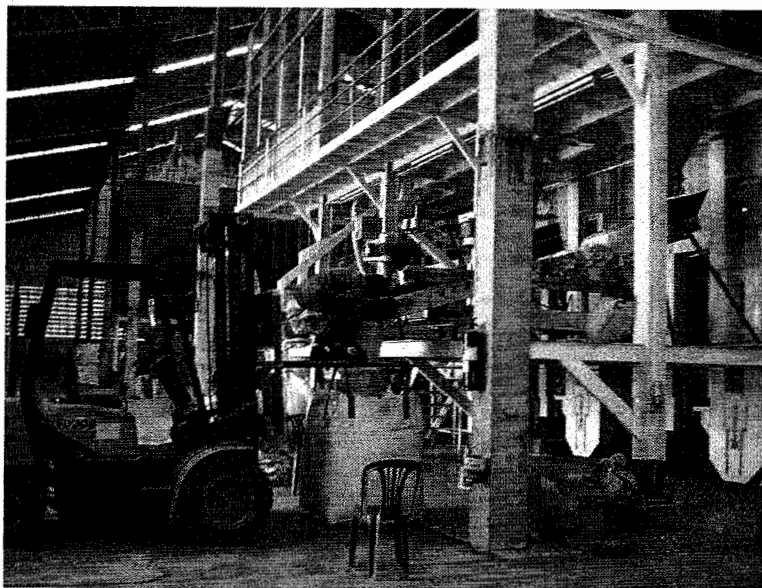
ภาพที่ จ.30 ถังเก็บข้าวเปลือก



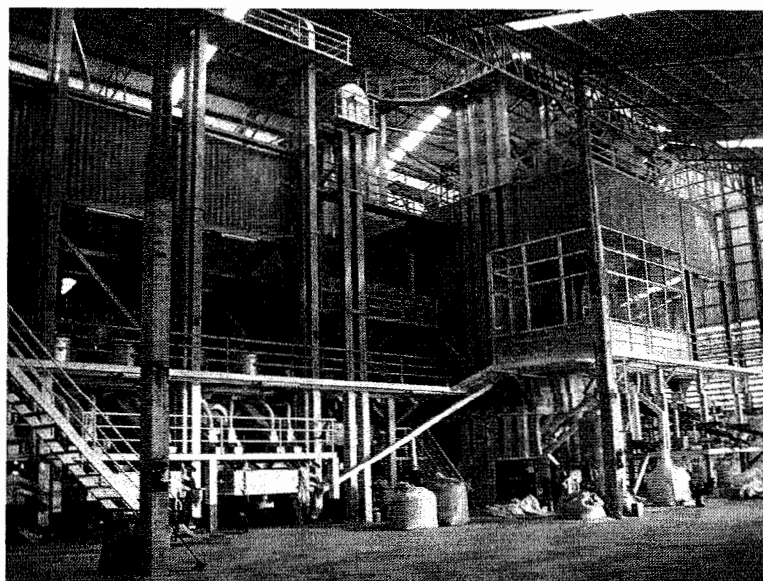
ภาพที่ จ.31 มอเตอร์



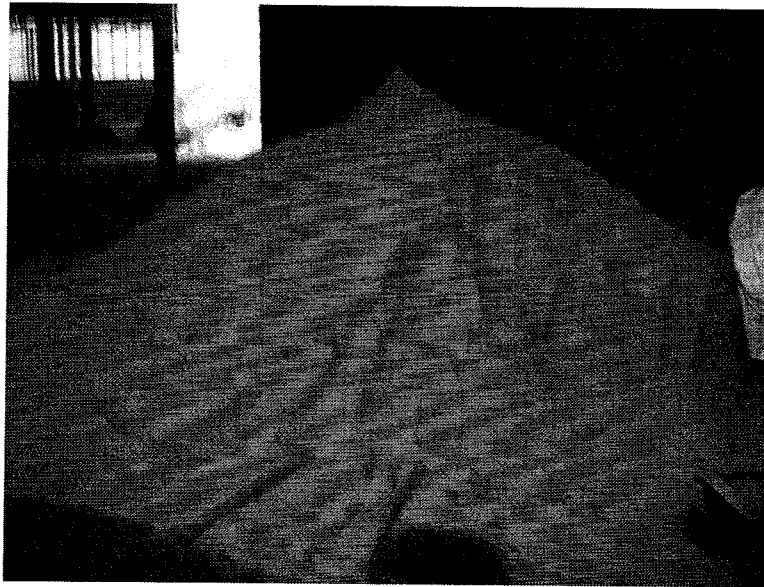
ภาพที่ จ.32 กระพ้อ



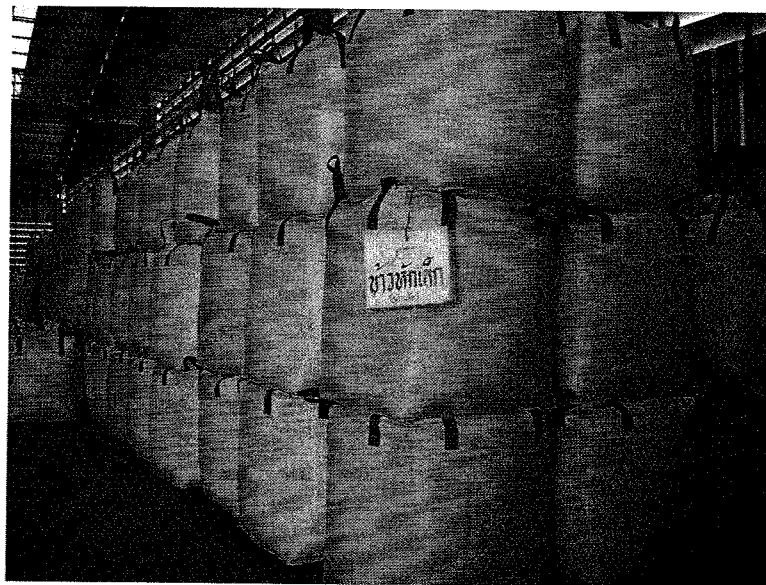
ภาพที่ จ.33 บรรจุ



ภาพที่ จ.34 ร้านสีข้าว



ภาพที่ จ.35 กองร่ายยาบ



ภาพที่ จ.36 ข้าวสาร