บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิเคราะห์

จากการศึกษาวิจัยในโรงสีข้าวกรณีศึกษา ซึ่งงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาเรื่องเกี่ยวกับกระบวนการผลิต พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า ประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต ศึกษาช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้า ศึกษาแนวทางการใช้ไฟฟ้าให้ประหยัดในอัตรา TOU ศึกษาเส้นทางการใช้ไฟฟ้า ศึกษาภาระการใช้ไฟฟ้าหรือประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักร ศึกษาระบบแสงสว่างและศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานด้านแสงสว่าง ศึกษาระบบโลจิสติกก์ของการขนย้ายข้าวเปลือกภายในโรงงาน ศึกษาระบบ 5 ส. ในโรงงาน ศึกษาการวาง LAY OUT เครื่องจักร ฯลฯ ดังนั้นจึงได้นำทฤษฎีของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด โดยใช้วิธีลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด โดยวิธีการเปลี่ยนกระบวนการผลิต การปรับปรุง การบริหารดำเนินการ และนำมาประยุกต์กับโรงสีดังกล่าว ผลที่ได้จะออกมาในรูปของตัวเลข การประมาณการ และระยะเวลาคืนทุน

4.1 ผลการศึกษาแนวทางในการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งข้าวเปลือกภายในโรงงาน

<u>ข้อมูลเดิมด้านค่าใช้จ่ายก่อนนำเสนอเทคโนโลยีสะอาด</u>

จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของการขนข้าวเปลือกภายในโรงสีข้าวกรณีศึกษา เริ่มจากการชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกจากเครื่องชั่งน้ำหนักตัวที่ 1 ซึ่งตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องชั่งน้ำตัวที่ 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 บริเวณด้านล่างถังพักข้าวเปลือกเพื่อเข้าสูกระบวนการสีข้าวต่อไป

ค่าใช้จ่ายต่อเดือนในการเคลื่อนย้ายข้าวเปลือกตามกิจกรรมดังกล่าว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

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

ซึ่งต่อเดือนจะใช้ระยะทางในการขนข้าวประมาณ 30 กิโลเมตร ดังการคำนวณในข้อ 3

รวมค่าใช้จ่าย = 112,320 บาท/เดือน

ดังนั้นเมื่อศึกษาทฤษฎีการผลิตที่สะอาด จึงได้แนวคิดและแนวทางว่าควรจะติดตั้งเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไหลผ่านก่อนเข้าถังพักข้าวเปลือกเพื่อลดระยะทางการขนข้าวเปลือกจากขั้นตอนการย้อนกลับไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งก่อนเข้าสู่กระบวนการสีข้าว เพื่อให้ได้เส้นทางการขนส่งที่สั้นลง ประหยัดเวลาและประหยัดค่าจ้างพนักงานที่สำคัญที่สุดคือลดต้นทุนด้านเชื้อเพลิงของรถขนข้าวเปลือก ผลการปรับปรุงจะทำให้ลดจำนวนรถขนข้าวได้ 1 คัน คนขับรถได้ 2 คนและคนขับรถตักได้ 1 คน ประหยัดค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 56,160 บาทต่อเดือนหรือ 673,920 บาทต่อปี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงรายการรายจ่ายด้านเชื้อเพลิงและคนงานที่ลดได้ในส่วนที่ศึกษา

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

1.ติดตั้งเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไหลผ่านก่อนเข้าถังพักข้าวเปลือก 2 ตัว

ราคาเครื่องละ 350,000 บาท/ เครื่อง

ค่าใช้จ่าย (350,000×2) = 700,000 บาท

(ประมาณการค่าใช้จ่าย/เดือน เช่น ค่าซ่อมบำรุง,ค่าไฟฟ้า) = 600 บาท

ซึ่งค่าซ่อมบำรุงและค่าไฟฟ้าในส่วนของเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไหลผ่านนั้น ประมาณการมาจาก ข้อมูลการศึกษาของขนาดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อเครื่อง ต่อช่วงเวลาการใช้งานของหลายโรงงานที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว

สมการ $700{,}000+(600x)=112{,}320x$

ให้ x เป็นระยะเวลาคืนทุน

ดังนั้น จะได้ระยะเวลาคืนทุน 12.60 เดือนหรือ 1.05 ปี

หมายเหตุ

1.ค่าจ้างคนงาน/คน = 200 บาท/วัน

2.ราคาน้ำมันดีเซล ณ วันที่ศึกษา = 42.40 บาท

3.ระยะทางบรรทุก/รถ 6 ล้อ 1 คัน = 30 กิโลเมตร

4.2 ผลการศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานด้านช่วงเวลาการผลิต

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

เนื่องจากโรงสีข้าวกรณีศึกษา เป็นโรงสีข้าวที่ตั้งอยู่ในจังหวัดอุบลราชธานี เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ซึ่งการปลูกข้าวของเกษตรกรผู้ผลิตในภูมิภาคนี้จะปลูกข้าวนาปี คือ ปลูกข้าวระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงตุลาคม และหลังจากการเก็บเกี่ยวในระยะเริ่มต้น ที่มีความชื้นสูงจะต้องอบลดความชื้นข้าวเปลือกก่อน หากเมื่อตรวจวัดแล้วมีค่าความชื้นเกิน 14 %
และในกรณีที่ ผู้ประกอบการสามารถรับซื้อข้าวเปลือกเพื่อสีข้าวได้ทั้งปี จะต้องมีไซโลเก็บข้าวเปลือกเพื่อเก็บรักษา แต่อย่างไรก็ตามก่อนเก็บรักษาในไซโลก็จะต้องอบลดความชื้นก่อนเช่นกัน

ส่วนในกรณีของโรงสีข้าวที่รับซื้อข้าว ของเกษตรกรที่ปลูกข้าว 2 ฤดู คือข้าวนาปรัง คือ ปลูกข้าวระหว่างเดือนธันวาคม ถึงเดือนมีนาคม ก็ใช้หลักการเช่นเดียวกับข้าวนาปี เนื่องจากหลังเก็บเกี่ยวในระยะเริ่มแรก ผู้ประกอบการจะต้องอบลดความชื้นข้าวเปลือกเช่นกัน

อย่างไรก็ตามถึงแม้ผู้ประกอบการจะซื้อรับซื้อข้าวจาก ข้าวนาปี หรือข้าวนาปรัง หากมีศักยภาพรับซื้อเพื่อสีข้าวตลอดทั้งปี ก็จะปฏิบัติเช่นกัน

ผู้ศึกษาวิจัยเสนอให้ย้ายช่วงเวลาการผลิตบางกระบวนการ คือ การอบข้าวจากอบข้าวตลอด 24 ชั่วโมงเปลี่ยนเป็นอบข้าวช่วงเวลากลางคืน (OFF PEAK) และช่วงเวลากลางวันเสนอให้ใช้การผึ่งเกลี่ยตากแดดแทน จะประหยัดรายจ่ายได้ 256,008 บาทต่อปี ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

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 x11 x250	บาท
	=	137,500	บาท

8. ประหยัดได้	= (พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ x ค่าไฟฟ้าที่แตกต่าง)		
	=	137,500 x 1.50	บาท
	=	206,250	บาท
9.ค่าจ้างพนักงานที่เกลี่ยข้าว 1 คน ต่อ ปี	=	1 x 30 x 5 x 200	บาท
(กรณีโรงสีกรณีศึกษาไม่ใช้รถเกลี่ยข้าว			
เพราะอาจทำให้เมล็ดข้าวแตกหักได้)	=	30,000	บาท
สรุปประหยัดได้ ต่อปี	=	206,250 - 30,000	บาท
	=	176,250	บาท

<u>ค่า Demand Charge ที่ประหยัดได้/ปี</u>

1.กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน	=	50	กิโลวัตต์
2. ค่า Demand Charge ต่อเดือน	=	132.93	บาท
3.ประหยัดต่อปี	=	50 x 132.93 x12	บาท
สรุปประหยัดค่า Demand Charge ต่อปี	=	79,758	บาท

<u>รวมค่าใช้จ่ายที่ประหยัดต่อปีของกระบวนการอบข้าว</u>

1.ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	176,250	บาท
2. ค่า Demand Chargeที่ประหยัดได้	=	79,758	บาท

<u>สรุป</u>

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

4.3 ผลการศึกษาด้านการใช้มอเตอร์

จากการศึกษาวิจัยพบว่าในกระบวนการขัดมันมีการใช้มอเตอร์ขนาดใหญ่ แต่หลังจากที่มีการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าแล้ว พบว่ามอเตอร์ทำงานรับภาระไม่สม่ำเสมอ และไม่เต็มประสิทธิภาพ แต่ในส่วนกระบวนการขัดมันนี้ ไม่ได้ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง แต่เมื่อตรวจสอบ มอเตอร์ที่ใช้เหมาะสมกับภาระ Load และโดยการออกแบบเพื่อขัดมันสำหรับภาระ Load โดยตรง ดังนั้น ดังนั้นจึงไม่ควรเปลี่ยน

แต่ในบางกรณี ที่จำเป็นต้องเปลี่ยนมอเตอร์ หากตรงจพบว่าใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพและทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้ไฟฟ้าคือ

1.มอเตอร์มีขนาดเล็กกว่าภาระ Load ที่ใช้

2.มอเตอร์มีสภาพชำรุด โดยการสังเกตจากสภาพภายนอก

3.มอเตอร์มีการพันขดลวดใหม่มาแล้วหลายครั้ง

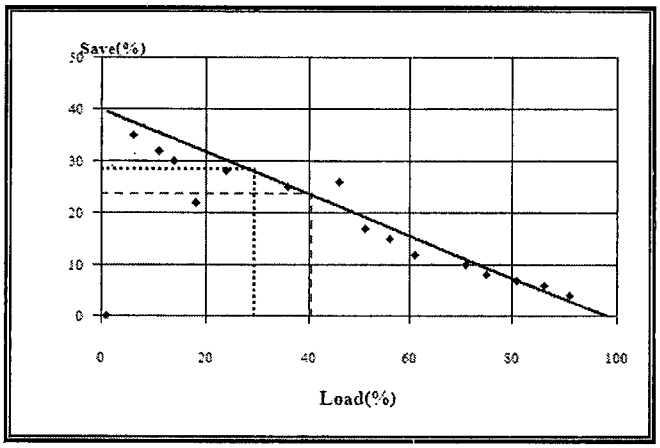
4.มอเตอร์ทำงานตลอด 24 ชั่วโมงมาเป็นระยะเวลานาน

5.มอเตอร์ทำงานด้วยความเร็วรอบ ไม่สม่ำเสมอ หรือความเร็วรอบต่ำ

ฯลฯ

ดังนั้นจากสภาพมอเตอร์ที่ศึกษาตามข้อเท็จจริง ผู้วิจัยเสนอให้ติดตั้งเครื่อง Motor Load Control (MLC) ในกระบวนการขัดมันเนื่องจากเมื่อศึกษาทดลองและตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าแล้วพบว่ากระบวนการขัดมันใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพของมอเตอร์และการใช้กระแสไฟฟ้าไม่คงที่เกิดการสูญเสียสูงทั้งในขณะที่มีภาระและไม่มีภาระ จึงส่งผลถึงค่าไฟฟ้าที่เสียไปจากความไม่เต็มประสิทธิภาพของมอเตอร์เครื่องขัดมัน ภาพที่ 13 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างภาระของมอเตอร์และเปอร์เซ็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างการคำนวณเปอร์เซ็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า (% SAVE) จากกราฟซึ่งเป็นผลจากห้องทดลอง



ภาพที่ 13 กราฟแสดงภาระของมอเตอร์และเปอร์เซ็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากผลการทดลองในห้องทดลอง

จากข้อมูลจากห้องทดลองและบิลค่าไฟฟ้าจริง สามารถคำนวณรายจ่ายค่ากระแสไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ถ้ามีการติดตั้งเครื่อง MLC ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดรวม

=(%save จากผลจากการทดลอง)xค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี

=30 x289,336.32/100

=86,800.90 กิโลวัตต์ชั่วโมง

2.ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยจากบิลค่าไฟฟ้าจริง

= 3 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง

ดังนั้น ประหยัดเป็นเงิน

= พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดรวมxค่าไฟฟ้า

= 86,800.90 x 3 บาท

= 260,402.69 บาท

คำนวณระยะคืนทุน

1.ขนาดมอเตอร์เครื่องขัดมัน	=	55	กิโลวัตต์
2.จำนวนมอเตอร์	=	4	ชุด
3.ราคาอุปกรณ์	=	1,100	บาท/กิโลวัตต์
4.ค่าแรงงานติดตั้ง	=	1,000	บาท/กิโลวัตต์
5.เงินลงทุน	=	(1,100x55x4)+(1,000x55x4)	บาท
	=	462,000	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	เงินลงทุน/ ประหยัดเป็นเงิน	
	=	462,000/ 260,402.69	
สรุประยะเวลาคืนทุน	=	1.77	ปี

4.4 ผลการศึกษาเรื่องระบบแสงสว่างภายในโรงงานโดยเสนอให้มีการเปลี่ยนจากหลอดสปอร์ตไลท์เป็นหลอดฟลูออเรสเซ็นต์

จากข้อมูลที่ศึกษาเบื้องต้นพบว่าโรงสีกรณีศึกษาใช้หลอดสปอร์ตไลท์ในการให้แสงสว่างภายในโรงงานจำนวน 3 หลอด ซึ่งอาจจะเป็นผลทำให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเนื่องจากหลอดสปอร์ตไลท์ใช้กำลังไฟฟ้าสูง และเมื่อปิดหลอดใดหลอดหนึ่งลง ก็จะมีผลด้านแสงสว่างโดยรวมมาก และหากโรงสีมีความต้องการด้านแสงสว่างในช่วงเวลากลางวัน อาจไม่จำเป็นต้องใช้หลอดไฟฟ้าที่มีกำลังสูงก็ได้

ดังนั้นผู้ศึกษาวิจัยจึงเสนอแนวทางให้เปลี่ยนจากการใช้หลอดไฟฟ้าแบบหลอดสปอร์ตไลท์มาเป็นหลอดฟลูออเรสเซ็นต์แทน ด้วยเหตุผลที่ ติดตั้งง่าย ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ และราคาถูก สามารถติดตั้งได้จำนวนมากตามความเหมาะสม หากบางจุดไม่ต้องการใช้แสงสว่างก็สามารถปิดบางหลอดได้ ในระยะยาวก็จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ ตามข้อมูลดังนี้

ข้อมูลสำหรับการคำนวณค่าใช้จ่ายมีดังนี้

- จำนวนหลอดสปอร์ตไลท์	=	3	หลอด
- กำลังไฟฟ้าต่อหลอดสปอรต์ไลท์	=	1,000	วัตต์

- จำนวนหลอดฟลูออเรสเซ็นต์	=	20	หลอด
-ราคาหลอดฟลูออเรสเซ็นต์ต่อหน่วย	=	200	บาท
- กำลังไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซ็นต์	=	46	วัตต์
- ชั่วโมงการเปิดใช้งานต่อปี(10x30x12)	=	3,600	ชั่วโมง/ปี
- เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	85 %	
- ราคาพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย	=	3	บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง
-เงินลงทุนจากการติดหลอดฟลูออเรสเซนต์			
ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซ็นต์	=	200x20	บาท
	=	4,000	บาท

ผลการคำนวณ

1.พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง(ติดสปอร์ตไลท์)

= (กำลังไฟฟ้าต่อหลอดสปอรต์ไลท์ /1000) x
จำนวนหลอดสปอร์ตไลท์ x ชั่วโมงการเปิดใช้ งานต่อปี x เปอร์เซ็นต์การใช้งาน

= (1,000/1,000)) x 3 x 3,600 x (85/100)

= 9,180.00 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี

2.พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง(ฟลูออเรสเซนต์)

= (กำลังไฟฟ้าต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์/1000) x
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ x ชั่วโมงการเปิดใช้งานต่อปี x เปอร์เซ็นต์การใช้งาน

= (46/1,000)x20x3,600x(85/100)

= 2,815.20 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี

3.พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง

= 9,180- 2,815.20

= 6,364.80 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

4.ค่าไฟฟ้าที่ลดลง

= 6,364.80 x 3 บาท/ปี

= 19,094.40 บาท/ปี

5. ระยะคืนทุน

= (เงินลงทุน/ค่าไฟฟ้าที่ลดลง)

= 4,000/19,094.40

ดังนั้นระยะคืนทุน = 0.21 ปี

และผู้วิจัยเสนอแนะให้ในบางตำแหน่งที่ไม่ต้องการความละเอียดของงาน ติดกระเบื้องแบบโปร่งแสง เพื่อช่วยให้ประหยัดไฟฟ้าในช่วงเวลา On Peak ซึ่งเมื่อติดกระเบื้องแบบโปร่งแสงแล้วจะทำให้เปิดไฟด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์น้อยลงในช่วงเวลากลางวัน จะทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้ามากขึ้น