

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในฟาร์มสุกร A STUDY FOR ENHANCING ENERGY EFFICIENCY IN PIG FARM

ภวิศ เวียงนาค¹ และ ศักดิ์ชัย รักการ²

¹นักศึกษา, หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง แขวงสวนหลวง
กรุงเทพมหานคร 10250, phawit23@gmail.com

²อาจารย์, หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง
กรุงเทพฯ 10250, sakchai.rak@kbu.ac.th

Phawit Wiangnak¹ and Sakchai Rakkan²

¹Student, Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management
Kasem Bundit University, 1761 Phatthanakan 37 Alley, Suan Luang, Bangkok 10250, Thailand,
phawit23@gmail.com

²Lecturer, Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management
Kasem Bundit University, 1761 Phatthanakan 37 Alley, Suan Luang, Bangkok 10250, Thailand,
sakchai.rak@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในฟาร์มสุกร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในฟาร์มสุกร โดยใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการลงทุนในมาตรการต่างๆ ในการศึกษาจะใช้ข้อมูลการสำรวจฟาร์มสุกรจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จำนวนฟาร์มตัวอย่างทั้งสิ้น 33 ฟาร์ม มีผลการศึกษาพบว่ามอเตอร์พัดลมมีสัดส่วนการใช้พลังงานมากที่สุดทำให้มีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงสุด ในการศึกษาได้แบ่งมาตรการการแก้ปัญหาออกเป็น 2 มาตรการ มีผลการศึกษาทั้ง 2 มาตรการดังนี้ (1) มาตรการการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ผู้ศึกษาได้คำนวณศักยภาพผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนอุปกรณ์มอเตอร์ไฟฟ้าแบบธรรมดาเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ตามตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างมอเตอร์ธรรมดา กับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ได้ผลประหยัดเฉลี่ยอยู่ที่ ร้อยละ 7.6 ต่อปี โดยผลประหยัดที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนชั่วโมงในการทำงานต่อปี และภาระโหลดที่มอเตอร์ได้รับ เมื่อวิเคราะห์

ความคุ้มค่าในการลงทุนโดยอ้างอิงราคากลางของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง พบว่าในระยะเวลา 10 ปี ได้ผลลัพธ์คือ ฟาร์มขนาดใหญ่และฟาร์มขนาดกลางมีความคุ้มค่าในการลงทุน (2) มาตรการการใช้ระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติ ผู้ศึกษาได้คำนวณศักยภาพผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติในฟาร์ม ได้ผลลัพธ์คือสามารถลดการใช้พลังงานของมอเตอร์ขับเคลื่อนได้ร้อยละ 20 เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนโดยอ้างอิงราคากลางของระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติ พบว่าในระยะเวลา 10 ปี ฟาร์มขนาดใหญ่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนทั้งหมด ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคุ้มค่าคือ กำลังขับรวมของมอเตอร์

คำสำคัญ: การเพิ่มประสิทธิภาพ, การใช้พลังงาน, ฟาร์มสุกร

ABSTRACT

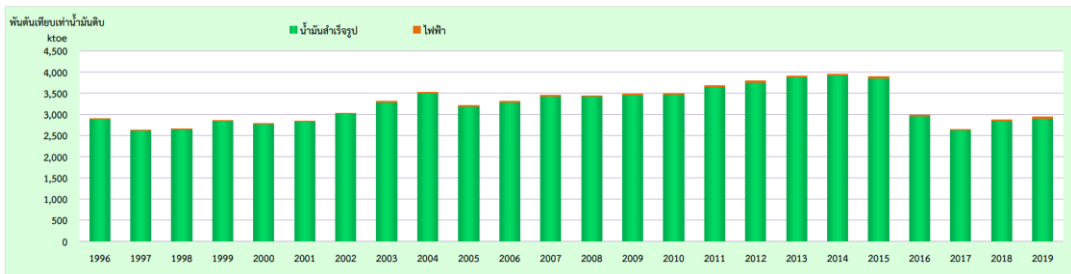
The objectives of a study for enhancing energy efficiency in pig farm were to enhance performance by using Economic principles for analysis worth of investment many methods. In this study, survey data in pig farm from 33 sample farms of Department of Alternative Energy Development and Efficiency. Studies have shown that fan motors have the highest percentage of energy consumption causing the most potential to increase energy efficiency consumption. The study had 2 methods to solve the problem. The results of the study of 2 methods had (1) Switching to high efficiency motors method. The researcher has calculated the potential and saving energy arising of replacing standard electric motors with high efficiency motors. According to the comparison table, standard electric motor and high efficiency motor had an average saving of 7.6% per year. Saving energy was depend on the number of hours worked per year and the load that the motor receives. When analyzing the investment by referring to high efficiency motor price standard for 10 years, the result is large farms and medium farms are the worth investment. (2) Using of evaporative air conditioning systems method. The researcher has calculated the potential and saving energy arising of installing evaporative air conditioning systems. Can reduce energy consumption 20% of the motor. When analyzing the investment by referring to evaporative air conditioning system price standard for 10 years, the result is large farms are the worth of the whole investment. The factors that affect the value are total motor power.

KEYWORDS: Increasing efficiency, Energy Consumption, Pig Farm

1. บทนำ

ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เป็นเกษตรกรรมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มีความเกี่ยวข้องกับประชากรจำนวนมากในประเทศ การใช้พลังงานภาคเกษตรกรรมถือเป็นปัจจัยการผลิตหลักประการหนึ่ง ในขณะที่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้และเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้บริหารจัดการการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพต่ำ แม้จะพบว่าในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีความก้าวหน้าไปมาก ซึ่งรวมถึงระบบการบริหารจัดการการผลิตในฟาร์มประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการผลิตและสามารถลดการใช้พลังงานลงได้มาก เพื่อดำเนินงานให้สอดคล้องกับแผนอนุรักษ์พลังงาน แนวทางการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน Thailand 4.0 การบ่มเพาะผู้ประกอบการและพัฒนาเครือข่ายวิสาหกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม การพัฒนาเกษตรกรที่ทันสมัย

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้สำรวจการใช้พลังงานในขั้นสุดท้ายของภาคเกษตรกรรม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2562 [1] ได้ผลดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แนวโน้มการใช้พลังงานในภาคเกษตรกรรมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2562

เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในช่วงปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2558 พบว่า ภาคเกษตรกรรม มีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 62.5 % และชะลอในช่วงปี พ.ศ. 2559 ถึงปัจจุบัน เนื่องจากเกิดวิกฤตภัยแล้งหนัก ทำให้มีการเลี้ยงที่ลดลง เห็นได้ชัดว่าเมื่อต้องการผลผลิตเพิ่มขึ้นต้องใช้พลังงานมากขึ้น ซึ่งฟาร์มเลี้ยงสัตว์ อาทิ ฟาร์มสัตว์ปีก ฟาร์มสุกร ฟาร์มโค ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือฟาร์มเลี้ยงสัตว์ประเภทอื่นๆ ยังมีศักยภาพการลดการใช้พลังงานได้อีกมาก และเพื่อสอดคล้องกับนโยบายประเทศไทย 4.0 ที่ต้องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจแบบเดิมไปสู่การเป็นเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม และการเพิ่มการบริหารจัดการและเทคโนโลยีเข้าไป โดยการปรับเปลี่ยนมาใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง และการใช้เทคโนโลยีควบคุมและบริหารจัดการฟาร์มอัตโนมัติ

ในการศึกษานี้ ผู้ศึกษาได้เลือกที่จะศึกษาศักยภาพการลดการใช้พลังงานฟาร์มสุกร ซึ่งเป็นฟาร์มมีการใช้พลังงานที่สูง โดยมีผลที่คาดว่าจะคือ เป็นความรู้และแนวทางให้เกษตรกร สามารถไปปรับใช้กับฟาร์มสุกรของตนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน สามารถลดต้นทุน และมีกำไรเพิ่มขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

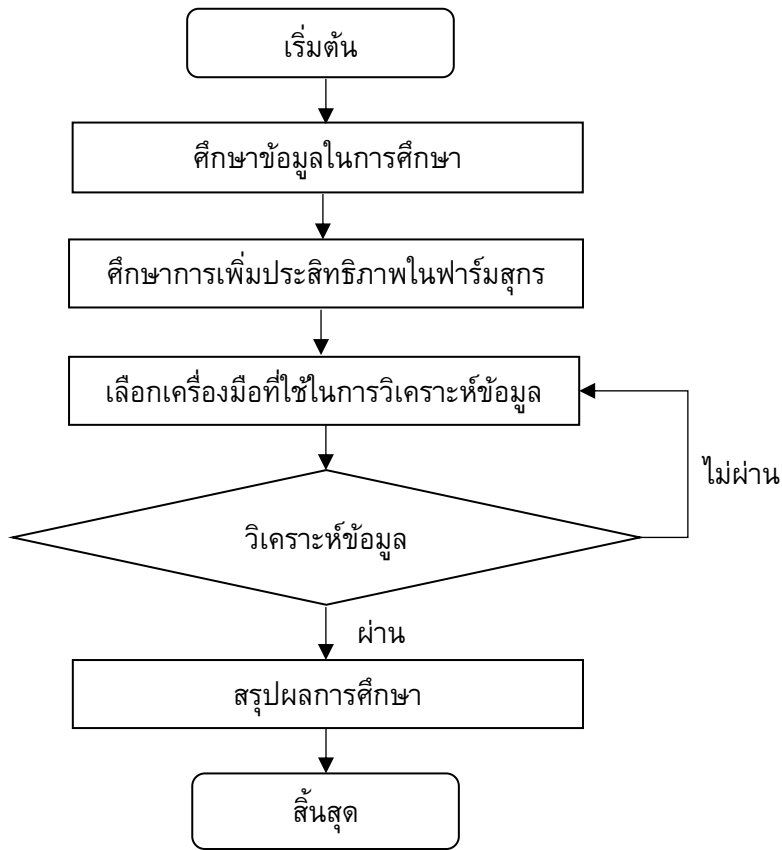
การศึกษาที่ผ่านมา เรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในฟาร์ม มีประเด็นสำคัญของงานวิจัยต่างๆ ที่มุ่งให้ความสนใจ คือ มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง และการใช้ระบบปรับอากาศแบบระเหยในฟาร์ม

ด้านการศึกษามอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ในปี พ.ศ. 2558 Sawetsakulanon [2] ศึกษาการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มศักยภาพการแข่งขัน รองรับประชาคมอาเซียน ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบประสิทธิภาพสูง พบว่านอกจากการประหยัดพลังงานแล้ว มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงยังมีข้อดีอื่น ๆ อีกคือ เกิดความร้อนจากการทำงานน้อยกว่า อายุการใช้งานของฉนวนและลูกปืนยาวนานขึ้น การสั่นสะเทือนน้อยกว่า มีเสียงรบกวนน้อย และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ที่สูงขึ้น ทำให้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงมีความทนทานและอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่ามอเตอร์มาตรฐาน ปี พ.ศ. 2556 บริษัท อัลติเมท คอมเมอร์เชียล จำกัด [3] ศึกษาการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าระหว่างมอเตอร์ธรรมดา กับ มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ที่การใช้งานวันละ 24 ชั่วโมง และใช้งานที่โหลด 100% พบว่า การเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงทดแทนมอเตอร์เก่า สามารถประหยัดพลังงานเฉลี่ย 16% มีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ย 10 เดือน

ด้านการศึกษาการใช้ระบบปรับอากาศแบบระเหยในฟาร์ม ในปี พ.ศ. 2557 Yimchang [4] ศึกษาระบบทำความเย็นแบบระเหย พบว่า ระบบทำความเย็นแบบระเหยมีราคาถูกกว่าการใช้ระบบคอมเพรสเซอร์ในเครื่องปรับอากาศประมาณ 10 เท่า

3. วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ มีเป้าหมายในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในฟาร์มสุกร ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาศักยภาพผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากมาตรการการเพิ่มประสิทธิภาพต่าง ๆ ในฟาร์มสุกรที่ผู้ทำการศึกษาได้วิเคราะห์มา โดยผู้ศึกษาได้กำหนดวิธีการดำเนินการศึกษา ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนดำเนินการศึกษา

จากข้อมูลการสำรวจการใช้พลังงานในฟาร์มสุกรของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จำนวนทั้งสิ้น 33 ฟาร์ม [5] สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละระบบของการเลี้ยงสุกร

ขนาดของฟาร์ม	ประเภทสุกร	สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละระบบ (%)				
		ระบบน้ำดี	ระบบแสงสว่าง	ระบบผลิตอาหาร	การเลี้ยง (โรงเรือน)	ระบบจัดการของเสีย
เล็ก	สุกรขุน	4.11	2.26	-	90.31	3.32
	สุกรพันธุ์	6.70	8.35	-	84.95	-
กลาง	สุกรขุน	7.83	2.58	10.73	77.65	1.21
ใหญ่	สุกรขุน	1.66	1.32	-	95.94	1.08
	สุกรพันธุ์	29.85	9.72	14.92	44.02	1.49

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า ระบบการเลี้ยง (โรงเรือน) มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าที่มากที่สุด มีเครื่องจักรอุปกรณ์หลักที่เกี่ยวข้อง คือ ปั๊มน้ำ พัดลมระบายอากาศ ชุดสายพานอาหาร ซึ่งใช้อุปกรณ์ดังกล่าวหลัก คือมอเตอร์ไฟฟ้า และจากการศึกษาพบว่ามีสัดส่วนการใช้พลังงานมากที่สุดเท่ากับ 71.14 %

3.1 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในฟาร์มสุกร

การที่ฟาร์มสุกรมีการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในสัดส่วนที่มากที่สุด ดังนั้นการเปลี่ยนมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้และหากรวมกับการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการฟาร์มที่ดีก็จะทำให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้แบ่งมาตรการการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในฟาร์มสุกรออกเป็น 2 มาตรการ ดังนี้

- 1) การเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
- 2) การใช้ระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติ

ซึ่งในแต่ละมาตรการจะวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อเป็นตัวชี้วัดในการประกอบการพิจารณาการตัดสินใจลงทุนในมาตรการต่างๆ

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล มาตรการการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

มาตรการการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง จะคำนวณศักยภาพการประหยัดพลังงานจากการเปลี่ยนจากมอเตอร์ไฟฟ้าธรรมดาเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง โดยอ้างอิงการใช้พลังงานของมอเตอร์จากตัวอย่างฟาร์มสุกรทั้ง 33 ฟาร์ม และคำนวณการใช้พลังงานของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจาก ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างมอเตอร์ธรรมดากับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง [6] ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างมอเตอร์ธรรมดากับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

กำลังของมอเตอร์		มอเตอร์ธรรมดา	มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
HP	kW		
1	0.75	75.2	82.5
1.5	1.1	77	84
2	1.5	78.5	84
3	2.2	81.5	87.5

การเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง สามารถคำนวณหาผลประหยัดได้โดยตัวแปรที่ต้องทราบ คือ ขนาดของมอเตอร์ที่ใช้ จำนวนมอเตอร์ที่ใช้ ชั่วโมงการทำงานต่อปี และภาระโหลดมอเตอร์ที่ใช้ โดยสามารถคำนวณชั่วโมงการทำงานของมอเตอร์ต่อปีได้ ดังสมการที่ 1

$$\text{ชั่วโมงการทำงานต่อปี} = \text{ชั่วโมงการทำงานต่อวัน} \times \text{วันที่ใช้งานต่อปี} \quad (1)$$

และสามารถคำนวณหาผลประหยัดได้ ดังสมการที่ 2

$$\text{ผลประหยัด} = \text{กิโลวัตต์ที่ลดลง} \times \text{ชั่วโมงการทำงานตลอดปี} \quad (2)$$

โดย กิโลวัตต์ที่ลดลง = ขนาดของมอเตอร์ x ภาระโหลด x $\left(\frac{100}{\text{ประสิทธิภาพมอเตอร์เก่า}} - \frac{100}{\text{ประสิทธิภาพมอเตอร์ใหม่}} \right)$

สำหรับการวิเคราะห์หาความคุ้มค่าในการลงทุน มีตัวแปรที่ต้องทราบคือราคาต้นทุนในการเปลี่ยนอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงต่อปี โดยได้อ้างอิงราคาต้นทุนในการเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจากตารางราคากลางของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง [7] ดังตารางที่ 3 และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงมอเตอร์จะเท่ากับ 1,300 บาทต่อตัวต่อปี

ตารางที่ 3 ราคาของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ลำดับ	ขนาดมอเตอร์		กรอบราคาเครื่องรวมอุปกรณ์ประกอบและภาษีมูลค่าเพิ่ม (บาท)	
	แรงม้า (HP)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ชนิด 2 ขั้ว	ชนิด 4 ขั้ว
1	<1.5	<1.12	6,000	6,600
2	1.5 - 2	1.12 - 1.49	6,700	7,800
3	2 - 3	1.49 - 2.24	8,100	8,500
4	3 - 4	2.24 - 2.98	8,900	9,600

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล มาตรการการใช้ระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติ

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสุกรคือ 29 °C และความชื้นที่เหมาะสมกับการเลี้ยงคือไม่เกิน 85%RH มาตรการการใช้ระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติ จะต้องติดตั้งตู้ควบคุมและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นไว้ที่บริเวณกลางโรงเรือน ซึ่งอุณหภูมิที่ตั้งไว้ที่ตู้ควบคุมจะเท่ากับ 29 °C เมื่ออุณหภูมิในโรงเรือนสูงเกิน 29 °C ตู้ควบคุมจะสั่งเปิดการทำงานพัดลมระบายอากาศทุกตัว เมื่ออุณหภูมิลดลง 1 °C ตู้ควบคุมจะสั่งตัดการทำงานของพัดลมระบายอากาศลง 20% ของ

จำนวนพัดลมระบายอากาศทั้งหมด เมื่ออุณหภูมิลดลงอีก 1 °C ตู้ควบคุมก็จะสั่งตัดการทำงานของพัดลมระบายอากาศลงอีก 20% เช่นเดียวกันกับความชื้น เมื่อโรงเรือนความชื้นต่ำกว่า 75%RH ตู้ควบคุมจะสั่งเปิดการทำงานของปั๊มน้ำคูลิ่งแพด แต่เมื่อโรงเรือนมีความชื้นสูงเกิน 85%RH ตู้ควบคุมจะสั่งปิดการทำงานของปั๊มน้ำคูลิ่งแพด การติดตั้งระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติในโรงเรือน สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ ร้อยละ 20 [8] สำหรับการวิเคราะห์หาความคุ้มค่าในการลงทุน มีตัวแปรที่ต้องทราบคือราคาต้นทุนในการติดตั้งอุปกรณ์ และรายได้จากการขายซาก โดยได้อ้างอิงราคากลางในการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ ดังตารางที่ 4 ค่าติดตั้งชุดควบคุมระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติ ราคา 112,500 บาทต่อฟาร์ม และรายได้จากการขายซากอุปกรณ์เท่ากับร้อยละ 20 ของราคาต้นทุนอุปกรณ์

ตารางที่ 4 ราคากลางของชุดอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์

ขนาดพิกัด กิโลวัตต์ (kW)	กรอปราคาเครื่องรวมอุปกรณ์ประกอบและ ภาษีมูลค่าเพิ่ม (บาท/kW)	ค่าติดตั้ง
<5	13,900	คิดเป็น 20% ของกรอปราคารวมทั้งหมด
<11	12,800	
<22	11,800	คิดเป็น 15% ของกรอปราคารวมทั้งหมด
<30	10,700	
37-55	8,600	
75-110	6,400	

4. ผลการวิจัย

จากข้อมูลการสำรวจการใช้พลังงานในฟาร์มสุกรของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จำนวนทั้งสิ้น 33 ฟาร์ม ผู้ศึกษาได้คำนวณหาศักยภาพผลประหยัดคำนวณหาความคุ้มค่าในการลงทุน และวิเคราะห์ผลที่ได้ของมาตรการการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานทั้ง 2 มาตรการ มีผลการศึกษาดังนี้

4.1 มาตรการการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

สามารถคำนวณหาศักยภาพผลประหยัดจากการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้ดังตารางที่ 5 และสามารถคำนวณหาความคุ้มค่าในการลงทุนที่ระยะเวลา 10 ปี ใช้อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 8 ได้ดังตารางที่ 6 โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความคุ้มค่าในลงทุนคือ ฟาร์มที่มีค่า NPV เป็นบวก มีค่า IRR มากกว่าร้อยละ 8 และค่า B/C ratio มากกว่า 1

ตารางที่ 5 ศักยภาพผลประหยัดของแต่ละฟาร์มตัวอย่างเมื่อเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ขนาดฟาร์ม	ตัวอย่างฟาร์มที่	ประเภทของฟาร์ม		ขนาดมอเตอร์ (kW)	จำนวนพัดลมท้ายเล้า (ตัว)	ชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	วันใช้งานต่อปี	ภาระโหลด	ผลประหยัดต่อปี (kWh)	ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี (บาท)
		ระบบปิด	ระบบเปิด							
เล็ก	1	✓		0.75	6	24	340	0.65	2,808.45	11,233.81
	2	✓		0.75	6	24	255	0.8	2,592.42	10,369.67
	3		✓							
	4		✓							
	5	✓		0.75	4	24	300	0.5	1,270.79	5,083.17
	6	✓		1.1	4	24	300	0.7	2,400.00	9,600.00
	7	✓		1.1	2	24	80	0.8	365.71	1,462.86
	8	✓		1.1	2	24	80	0.9	411.43	1,645.71
	9	✓		1.1	6	24	150	0.9	2,314.29	9,257.14
	10	✓		1.1	6	24	200	0.9	3,085.71	12,342.86
	11	✓		0.75	6	12	300	0.5	953.09	3,812.38
	12	✓		0.75	4	14	300	0.75	1,111.94	4,447.78
	13	✓		0.75	6	8	300	0.5	635.40	2,541.59
	14	✓		1.5	2	24	300	0.85	1,531.39	6,125.57
	15	✓		1.5	2	24	300	0.85	1,531.39	6,125.57
16			✓							
17	✓		0.75	64	16	365	0.8	26,387.31	105,549.25	
18	✓		0.75	5	24	365	0.8	3,092.26	12,369.05	
19	✓		0.75	6	24	365	0.8	3,710.72	14,842.86	
20	✓		0.75	5	24	300	0.5	1,588.49	6,353.97	
21	✓		0.75	8	24	365	0.8	4,947.62	19,790.48	
22			✓							
23	✓		1.1	6	24	300	0.95	4,885.71	19,542.86	
24	✓		0.75	80	24	300	0.5	25,415.86	101,663.44	
25	✓		0.75	49	24	365	0.8	30,304.18	121,216.71	
26	✓		1.5	128	12	365	0.8	55,740.91	222,963.65	
27	✓		0.75	121	24	250	0.5	32,034.57	128,138.30	
28	✓		0.75	104	24	365	0.6	48,239.30	192,957.21	

ตารางที่ 5 ศักยภาพผลประหยัดของแต่ละฟาร์มตัวอย่างเมื่อเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ขนาดฟาร์ม	ตัวอย่างฟาร์มที่	ประเภทของฟาร์ม		ขนาดมอเตอร์ (kW)	จำนวนพัดลมท้ายเล้า (ตัว)	ชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	วันใช้งานต่อปี	ภาระโหลด	ผลประหยัดต่อปี (kWh)	ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี (บาท)
		ระบบปิด	ระบบเปิด							
ใหญ่	29	✓		1.1	280	24	300	0.95	228,000.00	912,000.00
	30	✓		1.1	420	24	335	0.9	361,800.00	1,447,200.00
	31	✓		0.75	104	24	365	0.8	64,319.07	257,276.29
	32	✓		1.1	96	18	365	0.85	58,020.78	232,083.12
	33	✓		2.2	940	21	350	0.6	697,560.74	2,790,242.94

หมายเหตุ: ค่าไฟฟ้าคิดที่หน่วยละ 4 บาท

ตารางที่ 6 ผลการคำนวณเพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุน

ขนาดฟาร์ม	ตัวอย่างฟาร์มที่	ประเภทของฟาร์ม		ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี (บาท)	ต้นทุนการเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา (บาท/ปี)	NPV	IRR	B/C ratio	Payback period
		ระบบปิด	ระบบเปิด							
เล็ก	1	✓		11,234	39,600	7,800	-16,558.85	2%	0.58	11 ปี 6 เดือน
	2	✓		10,370	39,600	7,800	-22,357.30	-1%	0.44	15 ปี 5 เดือน
	3		✓							
	4		✓							
	5	✓		5,083	26,400	5,200	-27,183.92	-100%	-0.03	หาค่าไม่ได้
	6	✓		9,600	31,200	5,200	-1,675.64	7%	0.95	7 ปี 2 เดือน
	7	✓		1,463	15,600	2,600	-23,230.32	-100%	-0.49	หาค่าไม่ได้
	8	✓		1,646	15,600	2,600	-22,003.33	-100%	-0.41	หาค่าไม่ได้
	9	✓		9,257	46,800	7,800	-37,022.45	-8%	0.21	32 ปี 2 เดือน
	10	✓		12,343	46,800	7,800	-16,317.06	3%	0.65	10 ปี 4 เดือน
	11	✓		3,812	39,600	7,800	-66,357.26	-100%	-0.68	หาค่าไม่ได้
	12	✓		4,448	26,400	5,200	-31,447.49	-100%	-0.19	หาค่าไม่ได้
	13	✓		2,542	39,600	7,800	-74,884.39	-100%	-0.89	หาค่าไม่ได้
	14	✓		6,126	17,000	2,600	6,656.85	12%	1.39	4 ปี 10 เดือน
	15	✓		6,126	17,000	2,600	6,656.85	12%	1.39	4 ปี 10 เดือน

ตารางที่ 6 ผลการคำนวณเพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุน (ต่อ)

ขนาดฟาร์ม	ตัวอย่างฟาร์มที่	ประเภทของฟาร์มระบบปิด ระบบเปิด	ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี (บาท)	ต้นทุนการเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา (บาท/ปี)	NPV	IRR	B/C ratio	Payback period
	16	✓							
	17	✓	105,549	422,400	83,200	-272,434.74	-3%	0.36	18 ปี 11 เดือน
	18	✓	12,369	33,000	6,500	6,381.82	10%	1.19	5 ปี 8 เดือน
	19	✓	14,843	39,600	7,800	7,658.18	10%	1.19	5 ปี 8 เดือน
กลาง	20	✓	6,354	33,000	6,500	-33,979.91	-100%	-0.03	หาค่าไม่ได้
	21	✓	19,790	52,800	10,400	10,210.91	10%	1.19	5 ปี 8 เดือน
	22	✓							
	23	✓	19,543	46,800	7,800	31,995.53	14%	1.68	4 ปี
	24	✓	101,663	528,000	104,000	-543,678.49	-100%	-0.03	หาค่าไม่ได้
	25	✓	121,217	323,400	63,700	62,541.82	10%	1.19	5 ปี 8 เดือน
	26	✓	222,964	1,088,000	166,400	-708,453.28	-3%	0.35	19 ปี 3 เดือน
	27	✓	128,138	798,600	157,300	-994,277.40	-100%	-0.25	หาค่าไม่ได้
	28	✓	192,957	686,400	135,200	-298,844.39	2%	0.56	11 ปี 11 เดือน
ใหญ่	29	✓	912,000	2,184,000	364,000	1,493,124.61	14%	1.68	4 ปี
	30	✓	1,447,200	3,276,000	546,000	2,771,125.36	15%	1.85	3 ปี 8 เดือน
	31	✓	257,276	686,400	135,200	132,741.82	10%	1.19	5 ปี 8 เดือน
	32	✓	232,083	748,800	124,800	-28,921.55	7.6%	0.96	7 ปี
	33	✓	2,790,243	7,990,000	1,222,000	2,533,037.81	11%	1.32	5 ปี 2 เดือน

จากตารางที่ 6 ฟาร์มขนาดเล็กมีความคุ้มค่าในการลงทุน 2 ฟาร์ม ฟาร์มขนาดกลางมีความคุ้มค่าในการลงทุน 4 ฟาร์ม และฟาร์มขนาดใหญ่มีความคุ้มค่าในการลงทุน 5 ฟาร์ม

4.2 มาตรการการใช้ระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติ

สามารถคำนวณหาศักยภาพผลประหยัดจากการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติ ได้ดังตารางที่ 7 และสามารถคำนวณหาความคุ้มค่าในการลงทุนที่ระยะเวลา 10 ปี ใช้อัตราคิดลดเท่ากับ ร้อยละ 8 ได้ดังตารางที่ 8 โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความคุ้มค่าในลงทุนคือ ฟาร์มที่มีค่า NPV เป็นบวก มีค่า IRR มากกว่าร้อยละ 8 และค่า B/C ratio มากกว่า 1

ตารางที่ 7 คักยภาพผลประหยัดของแต่ละฟาร์มตัวอย่างเมื่อติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ
ระเหยอัตโนมัติ

ขนาด ฟาร์ม	ตัวอย่าง ฟาร์มที่	ประเภทของ ฟาร์ม		ขนาด มอเตอร์ (kW)	จำนวน พัดลม ท้ายเล้า (ตัว)	ชั่วโมง การใช้ งานต่อ วัน	วันใช้ งานต่อปี	ภาวะ โหลด	ผลประหยัด ต่อปี (kWh)	ค่าไฟฟ้าที่ ประหยัดได้ ต่อปี (บาท)
		ระบบ ปิด	ระบบ เปิด							
	1	✓		0.75	6	24	340	0.65	6,347.87	25,391.49
	2	✓		0.75	6	24	255	0.8	5,859.57	23,438.30
	3		✓							
	4		✓							
	5	✓		0.75	4	24	300	0.5	2,872.34	11,489.36
	6	✓		1.1	4	24	300	0.7	5,760.00	23,040.00
	7	✓		1.1	2	24	80	0.8	877.71	3,510.86
เล็ก	8	✓		1.1	2	24	80	0.9	987.43	3,949.71
	9	✓		1.1	6	24	150	0.9	5,554.29	22,217.14
	10	✓		1.1	6	24	200	0.9	7,405.71	29,622.86
	11	✓		0.75	6	12	300	0.5	2,154.26	8,617.02
	12	✓		0.75	4	14	300	0.75	2,513.30	10,053.19
	13	✓		0.75	6	8	300	0.5	1,436.17	5,744.68
	14	✓		1.5	2	24	300	0.85	4,677.71	18,710.83
	15	✓		1.5	2	24	300	0.85	4,677.71	18,710.83
	16		✓							
	17	✓		0.75	64	16	365	0.8	59,642.55	238,570.21
	18	✓		0.75	5	24	365	0.8	6,989.36	27,957.45
	19	✓		0.75	6	24	365	0.8	8,387.23	33,548.94
กลาง	20	✓		0.75	5	24	300	0.5	3,590.43	14,361.70
	21	✓		0.75	8	24	365	0.8	11,182.98	44,731.91
	22		✓							
	23	✓		1.1	6	24	300	0.95	11,725.71	46,902.86
	24	✓		0.75	80	24	300	0.5	57,446.81	229,787.23
	25	✓		0.75	49	24	365	0.8	68,495.74	273,982.98
ใหญ่	26	✓		1.5	128	12	365	0.8	170,263.15	681,052.62
	27	✓		0.75	121	24	250	0.5	72,406.91	289,627.66
	28	✓		0.75	104	24	365	0.6	109,034.04	436,136.17

ตารางที่ 7 ศักยภาพผลประหยัดของแต่ละฟาร์มตัวอย่างเมื่อติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ ระบายอัตโนมัติ (ต่อ)

ขนาด ฟาร์ม	ตัวอย่าง ฟาร์มที่	ประเภทของ ฟาร์ม		ขนาด มอเตอร์ (kW)	จำนวน พัดลม ท้ายเล้า (ตัว)	ชั่วโมง การใช้งาน ต่อ วัน	ชั่วโมง ใช้งานต่อปี	ภาระ โหลด	ผลประหยัด ต่อปี (kWh)	ค่าไฟฟ้าที่ ประหยัดได้ ต่อปี (บาท)
		ระบบ ปิด	ระบบ เปิด							
ใหญ่	29	✓		1.1	280	24	300	0.95	547,200.00	2,188,800.00
	30	✓		1.1	420	24	335	0.9	868,320.00	3,473,280.00
	31	✓		0.75	104	24	365	0.8	145,378.72	581,514.89
	32	✓		1.1	96	18	365	0.85	139,249.87	556,999.48
	33	✓		2.2	940	21	350	0.6	2,034,552.15	8,138,208.59

หมายเหตุ: ค่าไฟฟ้าคิดที่หน่วยละ 4 บาท

ตารางที่ 8 ผลการคำนวณเพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุน

ขนาด ฟาร์ม	ตัวอย่าง ฟาร์มที่	ประเภท ของฟาร์ม		กำลัง มอเตอร์ รวม (kW)	ค่าไฟฟ้าที่ ประหยัด ได้ต่อปี (บาท)	ราคา ประมาณ การติดตั้ง (บาท)	ราคา ซาก (บาท)	NPV	IRR	B/C ratio	Payback period
		ระบบ ปิด	ระบบ เปิด								
เล็ก	1	✓		4.5	25,391	187,560	37,512	-127,737.7	1.7%	0.5	7 ปี 5 เดือน
	2	✓		4.5	23,443.8	187,560	37,512	-139,612.9	0.9%	0.5	8 ปี
	3		✓								
	4		✓								
	5	✓		3.0	11,489	162,540	32,508	-174,627.9	-4.7%	0.3	14 ปี 2 เดือน
	6	✓		4.4	23,040	185,892	37,178	-139,525.6	0.8%	0.5	8 ปี 2 เดือน
	7	✓		2.2	3,511	149,196	29,839	-203,065.3	14.6%	0.1	42 ปี 6 เดือน
	8	✓		2.2	3,950	149,196	29,839	-200,397.1	13.6%	0.1	37 ปี 10 เดือน
	9	✓		6.6	22,217	213,876	42,775	-186,620.3	-1.0%	0.4	9 ปี 8 เดือน
	10	✓		6.6	29,623	213,876	42,775	-141,594.2	1.9%	0.6	7 ปี 3 เดือน

ตารางที่ 8 ผลการคำนวณเพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุน (ต่อ)

ขนาดฟาร์ม	ตัวอย่างฟาร์มที่	ประเภทของฟาร์มระบบปิด	กำลังมอเตอร์รวม (kW)	ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี (บาท)	ราคาประมาณการติดตั้ง (บาท)	ราคาซาก (บาท)	NPV	IRR	B/C ratio	Payback period
	11	✓	4.5	8,617	187,560	37,512	-229,725.0	-8.7%	0.2	21 ปี 10 เดือน
	12	✓	3.0	10,053	162,540	32,508	-183,359.7	-6.0%	0.3	16 ปี 3 เดือน
เล็ก	13	✓	4.5	5,745	187,560	37,512	-247,188.5	-12.4%	0.1	32 ปี 8 เดือน
	14	✓	3.0	18,711	162,540	32,508	-130,722.0	0.0%	0.5	8 ปี 9 เดือน
	15	✓	3.0	18,711	162,540	32,508	-130,722.0	0.0%	0.5	8 ปี 9 เดือน
	16	✓								
	17	✓	48.0	238,570	587,220	117,444	567,227.3	13.5%	1.6	2 ปี 6 เดือน
	18	✓	3.8	27,957	175,050	35,010	-93,320.1	3.4%	0.6	6 ปี 4 เดือน
	19	✓	4.5	33,549	187,560	37,512	-78,141.1	4.6%	0.7	5 ปี 8 เดือน
กลาง	20	✓	3.8	14,362	175,050	35,010	-175,981.1	-3.3%	0.3	12 ปี 3 เดือน
	21	✓	6.0	44,732	204,660	40,932	-35,870.3	6.7%	0.9	4 ปี 8 เดือน
	22	✓								
	23	✓	6.6	46,903	213,876	42,775	-36,533.3	6.7%	0.9	4 ปี 8 เดือน
	24	✓	60.0	229,787	554,100	110,820	563,644.5	13.7%	1.7	2 ปี 5 เดือน
	25	✓	36.8	273,983	475,958	95,192	949,887.7	17.5%	2.3	1 ปี 9 เดือน
	26	✓	192.0	681,053	1,525,620	305,124	1,846,000.3	14.6%	1.8	2 ปี 3 เดือน
ใหญ่	27	✓	90.8	289,628	780,420	156,084	587,053.0	12.5%	1.5	2 ปี 9 เดือน
	28	✓	78.0	436,136	686,580	137,316	1,618,959.9	18.7%	2.6	1 ปี 8 เดือน
	29	✓	308.0	2,188,800	2,379,380	475,876	9,728,800.5	23.2%	3.7	1 ปี 2 เดือน

ตารางที่ 8 ผลการคำนวณเพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุน (ต่อ)

ขนาดฟาร์ม	ตัวอย่างฟาร์มที่	ประเภทของฟาร์มระบบ		กำลังมอเตอร์รวม (kW)	ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี (บาท)	ราคาประมาณการติดตั้ง (บาท)	ราคาซาก (บาท)	NPV	IRR	B/C ratio	Payback period
		ปิด	เปิด								
ใหญ่	30	✓		462.0	3,473,280	3,512,820	702,564	15,833,478.0	24.0%	4.0	1 ปี
	31	✓		78.0	581,515	686,580	137,316	2,502,849.8	22.1%	3.4	1 ปี 3 เดือน
	32	✓		105.6	556,999	889,716	177,943	2,048,254.1	18.5%	2.5	1 ปี 8 เดือน
	33	✓		2,068.0	8,138,209	15,332,980	3,066,596	26,416,707.6	16.6%	2.1	1 ปี 11 เดือน

จากตารางที่ 8 ฟาร์มขนาดเล็กไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนเลย ฟาร์มขนาดกลางมีความคุ้มค่าในการลงทุน 2 ฟาร์ม และฟาร์มขนาดใหญ่มีความคุ้มค่าในการลงทุนทั้งหมด

4.3 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนของผลการวิจัย

4.3.1 มาตรการการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

จากผลการคำนวณเพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุนได้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน คือ ฟาร์มขนาดเล็กมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนเพียง 2 ตัวอย่างฟาร์ม ฟาร์มขนาดกลางมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนเพียง 4 ฟาร์ม ส่วนฟาร์มขนาดใหญ่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน 5 ฟาร์ม จากผลที่ได้เมื่อนำมาพิจารณาแล้วจะเห็นว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความคุ้มค่า คือ จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อปี และภาระโหลดที่ใช้ คือ ยังมีจำนวนชั่วโมงการทำงานต่อปีที่มากและใช้ภาระโหลดที่สูง ผลประหยัดยิ่งมากตามไปด้วย ซึ่งเห็นได้ชัดว่าฟาร์มขนาดใหญ่มีการออกแบบฟาร์มที่ดีกว่าจึงทำให้มีการใช้มอเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า เมื่อวิเคราะห์ฟาร์มตัวอย่างที่ไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนพบว่า ฟาร์มตัวอย่างที่ไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนนั้น มีผลประหยัดที่ต่ำเกินไป และเมื่อพิจารณาจากผลประหยัดที่ต่ำเกินไป พบว่า ฟาร์มตัวอย่างนั้นมีการใช้งานมอเตอร์หรือมีภาระโหลดที่น้อยเกินไปจึงทำให้เกิดผลประหยัดที่น้อย ผู้ศึกษาจึงได้สูมนำค่าชั่วโมงการทำงานต่อปีที่และภาระโหลดของมอเตอร์มาทดลองปรับค่าที่จะสามารถทำให้การลงทุนเกิดความคุ้มค่า สามารถแบ่งได้ตามกำลังของมอเตอร์ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เงื่อนไขการใช้งานมอเตอร์ที่จะทำให้การลงทุนมีความคุ้มค่า

ขนาดมอเตอร์ (kW)	เงื่อนไขที่ 1		เงื่อนไขที่ 2
	ชั่วโมงการทำงานต่อปี	ภาระโหลด	ชั่วโมงการทำงานต่อปี x ภาระโหลด
0.75	7,200	0.90	6,480
1.10	6,900	0.75	5,175
1.50	6,900	0.75	5,175
2.20	5,100	0.75	3,825

จากตารางที่ 9 การลงทุนเปลี่ยนมอเตอร์ธรรมดาเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงต้องผ่านเงื่อนไขการใช้งานมอเตอร์อย่างน้อย 1 เงื่อนไข จึงจะทำให้การลงทุนนั้นมีความคุ้มค่า

4.3.2 มาตรการการใช้ระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติ

จากผลการการคำนวณเพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุนได้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน คือ ฟาร์มขนาดเล็กไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ฟาร์มขนาดกลางมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนเพียง 2 ฟาร์ม ส่วนฟาร์มขนาดใหญ่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนทั้งหมด จากผลที่ได้เมื่อนำมาพิจารณาแล้วจะได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความคุ้มค่า คือ กำลังขั้วรวมของมอเตอร์ คือ ยิ่งมีจำนวนมอเตอร์ที่มาก ผลประหยัดยิ่งมากตามไปด้วย ซึ่งเห็นได้ชัดว่าฟาร์มขนาดใหญ่มีกำลังขั้วรวมของมอเตอร์ที่มากจึงทำให้มีการใช้ระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติมีผลประหยัดที่มากตามไปด้วย เมื่อวิเคราะห์ฟาร์มตัวอย่างที่ไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน เห็นว่าฟาร์มตัวอย่างที่ไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนนั้น มีจำนวนกำลังรวมของมอเตอร์น้อยเกินไปซึ่งหมายถึงมอเตอร์พัดลมมีจำนวนน้อยเกินไป ทำให้ผลประหยัดที่เกิดขึ้นมีไม่มากพอ ผู้ศึกษาจึงได้สุ่มนำค่าจำนวนของมอเตอร์ที่จะสามารถทำให้การลงทุนเกิดความคุ้มค่า ได้ตั้งตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนมอเตอร์พัดลมและกำลังรวมมอเตอร์ขั้นต่ำที่จะทำให้การลงทุนมีความคุ้มค่า

ขนาดมอเตอร์ (kW)	จำนวนมอเตอร์พัดลม	กำลังรวมมอเตอร์ (kW)
0.75	12	9.0
1.10	9	9.9
1.50	7	10.5
2.20	5	11.0

จากตารางที่ 10 การลงทุนต้นทุนติดตั้งระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติ ฟาร์มต้องติดตั้งมอเตอร์พัดลมอย่างน้อยตามตารางนี้ จึงจะทำให้การลงทุนนั้นมีความคุ้มค่า

5. สรุป

การศึกษาการใช้พลังงานในฟาร์มสุกร พบว่าการใช้พลังงานที่ระบบการเลี้ยง (โรงเรือน) มีค่ามากที่สุด และมอเตอร์ขับพัดลมระบายอากาศมีส่วนการใช้พลังงานที่มากที่สุด ผู้ศึกษาจึงได้แบ่งมาตรการศึกษาศักยภาพการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ออกเป็น 2 มาตรการ มาตรการแรกจะเป็นการคำนวณผลประหยัดที่เกิดขึ้นในการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในแต่ละขนาดของฟาร์มตัวอย่างทั้ง 33 ฟาร์ม พบว่าเกิดผลประหยัดขึ้นทุกปี โดยจะผลประหยัดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนมอเตอร์พัดลมและจำนวนชั่วโมงในการทำงานต่อปี ซึ่งผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนตามหลักเศรษฐศาสตร์ พบว่าปัจจัยที่จะทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนคือ ต้องมีการใช้งานมอเตอร์ตามเงื่อนไขอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้

มอเตอร์ขนาด 0.75 kW เงื่อนไขที่ 1 มอเตอร์มีชั่วโมงการทำงานต่อปีอย่างน้อย 7,200 ชั่วโมง และมีภาระโหลดอย่างน้อย 90% เงื่อนไขที่ 2 มีผลคูณของชั่วโมงการทำงานต่อปีของมอเตอร์กับภาระโหลดอย่างน้อย 6,480 ชั่วโมง

มอเตอร์ขนาด 1.1 และ 1.5 kW เงื่อนไขที่ 1 มอเตอร์มีชั่วโมงการทำงานต่อปีอย่างน้อย 6,900 ชั่วโมง และมีภาระโหลดอย่างน้อย 75% เงื่อนไขที่ 2 มีผลคูณของชั่วโมงการทำงานต่อปีของมอเตอร์กับภาระโหลดอย่างน้อย 5,175 ชั่วโมง

มอเตอร์ขนาด 2.2 kW เงื่อนไขที่ 1 มอเตอร์มีชั่วโมงการทำงานต่อปีอย่างน้อย 5,100 ชั่วโมง และมีภาระโหลดอย่างน้อย 75% เงื่อนไขที่ 2 มีผลคูณของชั่วโมงการทำงานต่อปีของมอเตอร์กับภาระโหลดอย่างน้อย 3,825 ชั่วโมง

ซึ่งฟาร์มตัวอย่างที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนในมาตรการนี้ เพราะมีการออกแบบโรงเรือนให้ใช้งานมอเตอร์พัดลมระบายอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นฟาร์มขนาดใหญ่และฟาร์มขนาดกลาง ฟาร์มที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนมีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 5 ปี และฟาร์มที่ไม่คุ้มค่าในการลงทุนมีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 13.5 ปี มาตรการที่ 2 จะเป็นการคำนวณผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้กับฟาร์มสุกร คือ การนำเอาอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (VSD) กับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นมาผสมผสานใช้ร่วมกัน เพื่อให้บรรยากาศในโรงเรือนมีความเหมาะสมกับสุกรที่สุด ผลที่ได้คือ สามารถลดการใช้พลังงานของมอเตอร์ขับพัดลมเพิ่มขึ้นอีก 20% สำหรับผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนตามหลักเศรษฐศาสตร์ พบว่า ฟาร์มขนาดเล็กไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ฟาร์มขนาดกลางมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนเพียง 2 ฟาร์ม ส่วนฟาร์มขนาดใหญ่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนทั้งหมด หมายความว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคุ้มค่า คือ กำลังขั้วรวม

ของมอเตอร์ ซึ่งหมายถึงจำนวนมอเตอร์ ยิ่งฟาร์มมีจำนวนมอเตอร์ที่มาก ผลประหยัดที่เกิดขึ้นก็จะมากตามไปด้วย โดยจำนวนมอเตอร์ขั้นต่ำที่ติดตั้งในฟาร์มจะทำให้การลงทุนในมาตรการการใช้ระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติเกิดความคุ้มค่า มีดังนี้

ฟาร์มที่ติดตั้งมอเตอร์ขนาด 0.75 kW ต้องติดตั้งมอเตอร์พัดลมอย่างน้อย 12 ตัว คิดเป็นกำลังรวมมอเตอร์เท่ากับ 9 kW

ฟาร์มที่ติดตั้งมอเตอร์ขนาด 1.1 kW ต้องติดตั้งมอเตอร์พัดลมอย่างน้อย 9 ตัว คิดเป็นกำลังรวมมอเตอร์เท่ากับ 9.9 kW

ฟาร์มที่ติดตั้งมอเตอร์ขนาด 1.5 kW ต้องติดตั้งมอเตอร์พัดลมอย่างน้อย 7 ตัว คิดเป็นกำลังรวมมอเตอร์เท่ากับ 10.5 kW

ฟาร์มที่ติดตั้งมอเตอร์ขนาด 2.2 kW ต้องติดตั้งมอเตอร์พัดลมอย่างน้อย 5 ตัว คิดเป็นกำลังรวมมอเตอร์เท่ากับ 11 kW

จะเห็นได้ว่าฟาร์มขนาดใหญ่มีกำลังขับรวมของมอเตอร์ที่มากจึงทำให้การใช้ระบบปรับอากาศแบบระเหยอัตโนมัติมีผลประหยัดที่มากและคุ้มค่าตามไปด้วย ฟาร์มที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนมีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 1.8 ปี และฟาร์มที่ไม่คุ้มค่าในการลงทุนมีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 19.9 ปี

6. อภิปรายผล

จากผลการศึกษาการใช้พลังงานในฟาร์มสุกร ในมาตรการการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง พบว่า การเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ทำให้เกิดผลประหยัดเฉลี่ย 7.6 % มีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 5 ปี สำหรับฟาร์มที่คุ้มค่าในการลงทุน และ 13.5 ปี สำหรับฟาร์มที่ไม่คุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งน้อยกว่าการศึกษาของ บริษัท อัลติเมท คอมเมอร์เชียล จำกัด ที่มีผลการศึกษาการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง สามารถประหยัดพลังงานเฉลี่ย 16% มีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ย 10 เดือน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในฟาร์มสุกรฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ดร. ศักดิ์ชาย รักการ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยนี้ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ รวมถึงข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์

นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้เป็นอย่างดี

References

- [1] Department of Alternative Energy Development and Efficiency. Thailand Energy Balance Report 2019. Bangkok, Thailand: Ministry of Energy; 2020. (In Thai)
- [2] Sawetsakulanon P. Production cost reduction and increasing competitiveness for support ASEAN Community with high efficiency induction motor [internet]. 2015 [cited 2020 May 6]. Available from: <https://www.mut.ac.th/research-detail-54>. (In Thai)
- [3] Ultimate Commercial Co., Ltd. Electricity bill comparison between standard motor and high efficiency motor [internet]. 2013 [cited 2020 May 6]. Available from: <http://www.ultimatecommercial.co.th/เปรียบเทียบค่าไฟ-ระหว่า/>. (In Thai)
- [4] Yimchang C. Let's get to know the evaporative cooling system. Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal 2009;1(1):51-8. (In Thai)
- [5] Department of Alternative Energy Development and Efficiency. A study of information and formulate a plan to promote technology and innovation in energy efficiency of agriculture project (Final report). Bangkok, Thailand: Ministry of Energy; 2020. (In Thai)
- [6] Department of Alternative Energy Development and Efficiency. Textbook for training responsible persons for energy in electricity [internet]. n.d. [cited 2020 May 6]. Available from: http://www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file_handbook/Pre_Elec/Elec_5.pdf. (In Thai)
- [7] Department of Alternative Energy Development and Efficiency. Standard price of high-performance equipment and Features required to detail the specifications of a high-performance device. Bangkok, Thailand: Ministry of Energy; 2018. (In Thai)
- [8] Phongsapipat S. Greenhouse evap system with growing animals in the tropics [internet]. 2015 [cited 2020 May 11]. Available from: <https://www.evap-cooling.com/16807297/> โรงเรือนระบบ-evap-กับการเลี้ยงสัตว์ในเขตร้อนชื้น. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



ภวิศ เวียงนาด นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 หมายเลขโทรศัพท์ 083-2070988 E-Mail: phawit23@gmail.com



ศักดิ์ชาย รักการ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 หมายเลขโทรศัพท์ 089-7816187 E-Mail: sakchai.rak@kbu.ac.th

Article History:

Received: March 6, 2021

Revised: August 30, 2021

Accepted: August 30, 2021