

การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงสีข้าวขนาดกลางในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ Electrical Energy Consumption of Medium Scale Rice Mills in the Northeast of Thailand

อนุวัฒน์ ปาชนาวรรณ^{1,2} สมชาย ชวนอุดม^{1,2,*} ขวัญตรี แสงประชานารักษ์^{1,2} เสรี วงศ์พิเชษฐ์^{1,2}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²กลุ่มวิจัยวิศวกรรมประยุกต์เพื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

123 หมู่ 16 ถ.มิตรภาพ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

E-mail: a.pachanawan@gmail.com

Anuwat Pachanawan^{1,2} Somchai Chuan-Udom^{1,2,*} Khwantri Saengprachatanarug^{1,2}

and Seree Wongpichet^{1,2}

¹Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University.

²Applied Engineering for Important Crops of the North East Research Group.

123 Moo 16 Mittapap Rd., Nai-Muang, Muang District, Khon Kaen 40002, Thailand.

*Corresponding author: E-mail: somchai.chuan@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันโรงสีข้าวได้มีการพัฒนาปรับปรุงขนาดและระบบการสีข้าว ส่งผลให้โรงสีมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการแปรรูปข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น ดังนั้น การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการสีข้าวของโรงสีข้าวขนาดกลางจึงเป็นแนวทางที่ช่วยให้ทราบถึง ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์และต้นทุนในการผลิตข้าวภายในโรงสี จากการสำรวจโรงสีข้าวขนาดกลางในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 10 แห่ง และทำการวิเคราะห์ พบว่า โรงสีมีความต้องการกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด 362 กิโลวัตต์ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 1,183,271 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี การใช้พลังงานต่อปริมาณการผลิตเท่ากับ 19.50 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตัน ส่งผลให้โรงสีต้องจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 4,901,301 บาทต่อปี และมีค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 82.19 บาทต่อตัน โดยปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของเครื่องจักร อุปกรณ์ และระบบการสีข้าวที่เปลี่ยนแปลงไป ภายในโรงสี

คำสำคัญ: โรงสีข้าว พลังงานไฟฟ้า ค่าพลังงานไฟฟ้า

ABSTRACT

Modern rice mills have improved in size and milling systems which effect to the rice milling of electrical energy consumption in rice processing. The analysis of the electrical energy consumption (EEC) of rice mills can be used as a guideline to determine the EEC and cost of each individual operation section. Ten medium scale rice mills in Northeastern Thailand were studied. The results showed that each rice mill required on average electricity power peak was 362 kW, and the average EEC usage at

1,183,271 kWh/yr, and an energy usage per production volume of 19.50 kWh/T. The average annual cost for EEC was 4,901,301 THB, and the electrical energy cost was 82.19 THB per ton

Keyword: rice mill, electrical energy, electrical energy cost.

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก โดยในปี 2557 ส่งออกข้าวได้ราว 11 ล้านตันข้าวสาร คิดเป็นมูลค่าประมาณ 175,000 ล้านบาท [1] และข้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยทั้งทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม

อุตสาหกรรมข้าว เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีการใช้พลังงานสูง ซึ่งในปัจจุบันมีโรงสีข้าวในประเทศไทยราว 40,000 โรง [2] โดยโรงสีที่มีกำลังผลิตน้อยกว่า 100 ตันต่อวัน มีจำนวนราว 38,000 โรง ส่วนโรงสีที่มีกำลังผลิตระหว่าง 100 ถึง 200 ตันต่อวัน มีจำนวนถึง 503 โรง และโรงสีที่มีกำลังผลิตมากกว่า 200 ตันต่อวัน มีจำนวนราว 100 โรง [3] ซึ่งโรงสีที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 100 ตันต่อวัน เกือบทั้งหมดใช้กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 250 กิโลวัตต์ โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีโรงสีข้าวมากที่สุดถึง 28,644 โรง ประกอบไปด้วยโรงสีข้าวขนาดเล็กจำนวน 28,215 โรง โรงสีข้าวขนาดกลางจำนวน 149 โรง และโรงสีข้าวขนาดใหญ่จำนวน 280 โรง [4] และโรงสีมีแนวโน้มเพิ่มจำนวนมากขึ้น ซึ่งในกระบวนการแปรรูปข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสารที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้โรงสีมีต้นทุนในการแปรรูปข้าวสูงขึ้นตามไปด้วย [5]

โรงสีมีกระบวนการสีข้าวที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะใช้เครื่องจักรกลที่มีหน้าที่ต่างๆ ทำงานสัมพันธ์กัน ทุกกระบวนการตั้งแต่กระบวนการทำความสะอาดข้าว จนถึงกระบวนการซึ่งบรรจุ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น [6]

จากการศึกษาของเอกรัฐ ชะอุ่มเอียด [7] พบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการสีข้าวของโรงสีส่วนใหญ่มาจากมอเตอร์ไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วน 80 ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานทั้งหมด อีกทั้งค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า ยังเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่ทำให้ผู้ประกอบการโรงสีข้าว ลดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีค่าต่ำลง

ปัจจุบันโรงสีข้าวใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า แทนต้นกำลังไอน้ำ เพื่อใช้สำหรับเดินอุปกรณ์ใน

กระบวนการสี เนื่องจากกลบมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นเพราะสามารถนำไปผสมกับขานอ้อย ข้าวฟ่าง และผักตบชวา เพื่อผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง [8] รวมถึงใช้กลบเป็นแหล่งพลังงาน ในการแปรรูปข้าวเปลือก โดยมีต้นทุนในกระบวนการผลิตไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 7.2 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง [9] โดยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการสีข้าว จะประกอบไปด้วยประสิทธิภาพของมอเตอร์ ภาระการใช้งานของอุปกรณ์ ลักษณะการวางผังกระบวนการผลิต และคุณภาพของข้าวที่ต้องการ [10] อีกทั้งโรงสีข้าวในปัจจุบันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้น การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงสีขนาดกลาง จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยให้ทราบถึง การใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในโรงสี เพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลสำหรับนำไปประกอบการตัดสินใจ ในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า และให้ผู้ประกอบการตระหนักถึง การใช้พลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์แต่ละกระบวนการได้อย่างเหมาะสม

2. วิธีดำเนินการ

การดำเนินการเก็บข้อมูลและการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงสีข้าวมีขั้นตอนดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังการดำเนินการวิจัย

การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงสี โดยการเก็บตัวอย่างจากโรงสีข้าวขนาดกลางจำนวน 10 โรง ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และคัดเลือกโรงสีข้าวที่กำลังผลิตตั้งแต่ 100 ตันต่อวัน หรือมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้ารวมตั้งแต่ 250 กิโลโวลท์แอมแปร์ ขึ้นไป และต่ำกว่า 1,175 กิโลโวลท์แอมแปร์ [3,11,12] โดยทำการเก็บข้อมูลด้วยการสอบถาม และตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวม และการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2558 ถึง เดือนมิถุนายน 2559 ซึ่งเป็นช่วงที่โรงสีข้าวรับซื้อข้าวจากเกษตรกร โดยมีวิธีการดังนี้

2.1 ตรวจวัดการใช้พลังงานโดยรวมของโรงสีข้าว

โดยทำการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมตลอดการสีข้าว โดยการติดตั้งเครื่องมือวัดคุณภาพไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าของโรงสี แล้วทำการบันทึกค่าทุกๆ 1 นาที ด้วยเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า และฮาร์โมนิกส์ เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของโรงสี

2.2 ตรวจวัดการใช้พลังงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในขบวนการสี

โดยทำการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเครื่องยนต์เหียนนำ เช่น ตะแกรงทำความสะอาด พัดลมดูดกลบ เครื่องขัดขาว เครื่องขัดมัน เป็นต้น โดยการติดตั้งเครื่องมือวัดคุณภาพไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าของโรงสี แล้วทำการบันทึกค่าทุกๆ 1 นาที เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ

2.3 เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าตามใบแจ้งหนี้

โดยเก็บข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วย ประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้า ค่าความต้องการไฟฟ้า ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ค่าบริการรายเดือน ค่าไฟฟ้าผันแปร และค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ดำเนินการ มาวิเคราะห์หาค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวม ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยคิดเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี และคิดเป็นบาทต่อปริมาณการผลิต ของการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปี

ตารางที่ 1 การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงสีข้าว

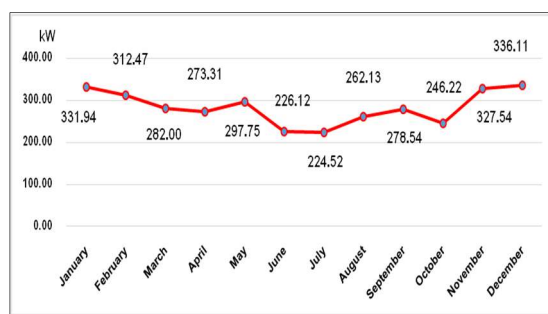
พื้นที่ ทำการศึกษา	ปริมาณการ ผลิตจริง	กำลังไฟฟ้า สูงสุด	การใช้ พลังงานไฟฟ้า	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า	การใช้ พลังงาน จำเพาะ	ค่า พลังงาน จำเพาะ
(จังหวัด)	(ตัน/ปี)	(กิโลวัตต์)	(กิโลวัตต์- ชั่วโมง/ปี)	(บาท/ปี)	(กิโลวัตต์- ชั่วโมง/ตัน)	(บาท/ตัน)
อำนาจเจริญ	78,444	746	1,643,700	7,910,902	20.95	100.85
มุกดาหาร	45,003	458	813,528	4,046,764	18.08	89.92
มหาสารคาม	63,087	327	1,342,307	5,483,584	21.28	86.92
ขอนแก่น	129,632	749	3,789,600	14,171,779	29.23	109.32
ยโสธร	39,748	259	659,420	2,829,240	16.59	71.18
นครพนม	35,469	204	567,526	2,565,216	16.00	72.32
ร้อยเอ็ด	45,064	406	1,083,420	4,563,766	24.04	101.27
หนองคาย	33,967	160	529,200	2,376,062	15.58	69.95
อุดรธานี 1	41,799	148	688,388	2,663,390	16.47	63.72
อุดรธานี 2	42,598	160	715,620	2,402,304	16.80	56.40
เฉลี่ย	55,481	362	1,183,271	4,901,301	19.50	82.19

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

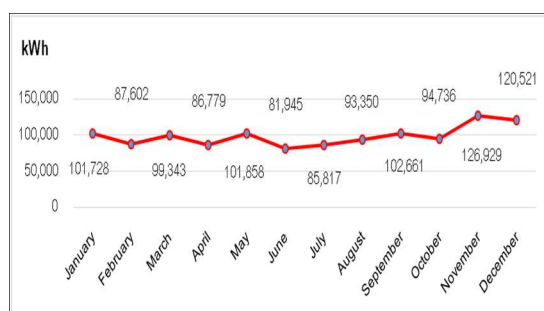
จากตารางที่ 1 พบว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงสีข้าวขนาดกลางที่ทำการศึกษาคือเป็นจำนวนทั้งหมด 10 แห่ง พบว่า โรงสีข้าวที่ทำการศึกษามีการใช้อัตราไฟฟ้า TOU จำนวน 7 แห่ง ได้แก่ โรงสีข้าวในเขตจังหวัดขอนแก่น ยโสธร นครพนม ร้อยเอ็ด หนองคาย อุดรธานี 1 และ อุดรธานี 2 ในส่วนของผู้ใช้ไฟฟ้าอัตราปกติมีจำนวน 3 แห่ง คือ โรงสีข้าวในเขตจังหวัดอำนาจเจริญ มุกดาหาร และมหาสารคาม โดยโรงสีในเขตจังหวัดขอนแก่น มีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงที่สุดถึง 749 กิโลวัตต์ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 3,789,600 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ถึง 14,171,779 บาทต่อปี ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณการผลิตเท่ากับ 29.23 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตัน คิดเป็นค่าใช้จ่ายพลังงานต่อปริมาณการผลิต ถึง 109.32 บาทต่อตัน เนื่องจากโรงสีข้าวในจังหวัดขอนแก่น มีเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่ และมีอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการสีข้าวเป็นจำนวนมาก และมีการสีข้าวเกินเวลาที่การไฟฟ้ากำหนด ประกอบกับมีความต้องการปริมาณผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสูงตามไปด้วย ส่วนโรงสีในเขตจังหวัดหนองคาย ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำที่สุด ซึ่งมีการใช้กำลังไฟฟ้าเพียง 160 กิโลวัตต์ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 529,200 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพียง 2,376,062 บาทต่อปี ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณการผลิต ของโรงสีเท่ากับ 15.58 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตัน คิดเป็นค่าใช้จ่ายพลังงานต่อปริมาณการผลิตถึง 69.95 บาทต่อตัน เนื่องจากสภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์ค่อนข้างอยู่ในสภาพดี ประกอบกับภาระการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการสีต่ำ รวมถึงโรงสีมีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อย่างต่อเนื่อง จึงทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักร และอุปกรณ์มีค่าต่ำตามไปด้วย และในส่วนของโรงสีในเขตจังหวัดอุดรธานี 2 ที่มีค่าพลังงานจำเพาะต่ำที่สุดเพียง 56.40 บาทต่อตัน ซึ่งจากการศึกษา

พบว่า มีการควบคุมเวลาในการสี และไม่ป้อนภาระให้กับอุปกรณ์ ในกระบวนการสีมากจนเกินไป ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลงตามไปด้วย โดยโรงสีข้าวขนาดกลางในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 55,481 ตันต่อปี กำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 362 กิโลวัตต์ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยเท่ากับ 1,183,271 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 4,901,301 บาทต่อปี พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 19.50 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตัน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 82.19 บาทต่อตัน ดังตารางที่ 1

จากการศึกษาความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยในแต่ละเดือนของโรงสีข้าว ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า โรงสีข้าวที่ทำการศึกษามีความต้องการไฟฟ้าสูงอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ โดยในเดือนธันวาคมมีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดถึง 336.11 กิโลวัตต์ เนื่องจากปริมาณข้าวที่เกษตรกรมาจำหน่ายให้กับโรงสีมีปริมาณมาก ส่งผลให้โรงสีข้าวต้องทำการเดินเครื่องจักร และอุปกรณ์ภายในโรงสี เพื่อสีข้าวให้ทันต่อความต้องการของตลาด ส่งผลให้ความต้องการไฟฟ้าในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ค่อนข้างสูง อีกทั้งโรงสีข้าวมีการเก็บข้าวเปลือกไว้ในไซโล ทำให้ไม่มีปัญหาในการขาดแคลนข้าวเปลือก [13] เพื่อให้มีข้าวสีตลอดทั้งปี โดยการรับซื้อของโรงสีข้าวจะนำรถบรรทุกตะเวนออกซื้อข้าวเปลือกตามยุ้งฉางของเกษตรกร และซื้อกับพ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่น ที่เป็นของผู้รวบรวมที่ทำการซื้อข้าวจากเกษตรกรมาจำหน่ายให้อีกต่อหนึ่ง [14] ซึ่งความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 312.47 ถึง 336.11 กิโลวัตต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยค่อนข้างน้อย (224.52 ถึง 226.12 กิโลวัตต์) โดยในเดือนกรกฎาคม มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยเพียง 224.5 กิโลวัตต์ เนื่องจากปริมาณข้าวภายในโรงสีมีปริมาณข้าวลดลง ส่งผลให้ในเดือนกรกฎาคมมีความต้องการไฟฟ้าของอุปกรณ์ลดลงตามไปด้วย ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยของโรงสีข้าว

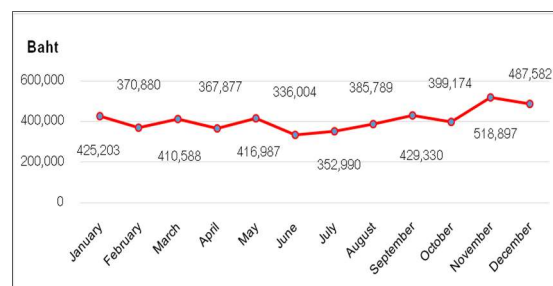


รูปที่ 3 การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของโรงสีข้าว

จากรูปที่ 3 พบว่า ในเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยมากที่สุด ถึง 126,929 กิโลวัตต์ ชั่วโมง เนื่องจากเกษตรเก็บเกี่ยวข้าวและนำมาจำหน่ายให้กับโรงสีมากที่สุด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนธันวาคม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชัชรินทร์ สุภาเนตร [15] ส่งผลให้โรงสีมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อขับอุปกรณ์ต่างๆ ในการแปรรูปข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสาร ประกอบกับที่โรงสีข้าวใช้เวลา TOU ที่การไฟฟ้ากำหนดเพื่อให้ทันต่อความต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศ และต่างประเทศ จึงทำให้ช่วงเดือนนี้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง ส่วนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนมิถุนายน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูงและต่ำสลับกัน โดยในเดือนมิถุนายนมีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำสุดเพียง 81,945 กิโลวัตต์ ชั่วโมง เนื่องจากปริมาณข้าวภายในโรงสีมีปริมาณข้าวลดลง ส่งผลให้ในเดือนมิถุนายนมีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ลดลงตามไปด้วย

จากการศึกษา ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของโรงสีพบว่า ในเดือนพฤศจิกายนโรงสีข้าวส่วนใหญ่จ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยมากที่สุดถึง 518,897 บาท เนื่องจาก

ผู้ประกอบการโรงสีจำเป็นต้องซื้อข้าวเกินเวลา TOU ที่การไฟฟ้ากำหนด ซึ่งการซื้อข้าวเกินเวลาจะส่งผลให้ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นตามพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป เช่น ช่วงเวลา Peak จะอยู่ในช่วง 9.00 ถึง 22.00 น. วันจันทร์ ถึง วันศุกร์ ค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 3.6796 บาทต่อหน่วย ช่วงเวลา Off Peak จะอยู่ในช่วง 22.00 ถึง 9.00 น. ค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 2.1760 บาทต่อหน่วย [16] เมื่อเปรียบเทียบกับค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ในเดือนมิถุนายน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเพียง 336,004 บาท เนื่องจากปริมาณข้าวลดลง และความต้องการของผู้บริโภคลดลง ทำให้โรงสีสามารถควบคุมการผลิตให้อยู่ในช่วง Off Peak ได้ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลดลงตามไปด้วย ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของโรงสีข้าว

4. สรุปผล

โรงสีข้าวที่ทำการศึกษามีการใช้อัตราไฟฟ้า TOU จำนวน 7 แห่ง และผู้ใช้ไฟฟ้าอัตราปกติจำนวน 3 แห่ง โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงสีขนาดกลาง ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของเครื่องจักร อุปกรณ์ และระบบการสีข้าวที่เปลี่ยนแปลงไปภายในโรงสี ซึ่งโรงสีในเขตจังหวัดขอนแก่นมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุด เป็นเพราะโรงสีข้าวในจังหวัดขอนแก่น มีเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่ และมีอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการสีข้าวเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ต้องจ่าย ให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสูงตามไปด้วย ในส่วนของโรงสีในเขตจังหวัดหนองคาย มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำที่สุดเนื่องจาก สภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์

ค่อนข้างอยู่ในสภาพดี ประกอบกับภาระการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการสีตำ รวมถึงโรงสีมีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อย่างต่อเนื่อง จึงทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักร และอุปกรณ์มีค่าต่ำตามไปด้วย

การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงสีขนาดกลาง ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณการผลิตเฉลี่ย 55,481 ตัน ความต้องการกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 362 กิโลวัตต์ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 1,183,271 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 4,901,301 บาทต่อปี ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณการผลิตเฉลี่ย 19.50 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อตัน และคิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 82.19 บาทต่อตัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มวิจัยวิศวกรรมประยุกต์ เพื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2557. ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ, 2557.
- [2] ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. *ตัวชี้วัดเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555*. ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2555.
- [3] ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ สวทช. (2559, พฤษภาคม, 10). *เครื่องสีข้าวกับชุมชน*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.nstda.or.th/nac2015/download/presentation/April2/CC-405-AM-Dusit.pdf>
- [4] สนั่น เกษารีย์, ระพีพันธ์ ปิตาคะโส. “การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย,” *KKU Res.J*, vol. 17, no. 1, pp. 125-141, 2555.
- [5] สุทธิชัย หาญตระกูล, “ความสำเร็จของการดำเนินการธุรกิจชุมชน กรณีศึกษาโรงสีข้าวชุมชนอีสานใต้,” *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 2543.
- [6] สุวพงษ์ หินคำ, วาทีน ไชยจันทร์, ณัฏฐา แสงกล้า, “การประเมินผลกระทบของฝุ่นละอองจากโรงอบข้าว,” *รายงานโครงการของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 2553.
- [7] เอกรัฐ ชุ่มเอียด, “การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าโรงสีข้าวในภาคกลาง,” *วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*, 2550.
- [8] lindaporn Jamradloedluk and Songchai Wiriyaumpaiwong, “ Production and Characterization of rice husk based charcoal briquettes,” *KKU Engineering Journal* 2007 Jul-Aug., vol. 34, no. 4, pp. 391-398, 2007.
- [9] T. Kapur, T. C. Kandpal, and H. P. Garg. “Electricity generation from rice husk in Indian rice mills: potential and financial viability,” *Biomass and Bioenergy*, vol. 10, no. 5/6, pp. 393-403, 1996.
- [10] สุนันท์ทิพย์ สนิทวัฒนกุล, “การศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานในโรงสีข้าว โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด,” *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 2551.

- [11] สุวิทย์ วงศ์แสน, “การศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงสีข้าวขนาดกลาง ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย,” การศึกษาอิสระปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.
- [12] สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, “คู่มือคำอธิบายพระราชบัญญัติการส่งเสริม การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2550) สำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม,” กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2554.
- [13] อชิรญา เลี้ยงรักษา, “การจัดการเชิงกลยุทธ์ของธุรกิจโรงสีข้าวขนาดใหญ่ กรณีศึกษาอำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา,” การศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาธุรกิจการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.
- [14] อภิชาติ เสริมพงษ์, “การวิเคราะห์ระบบการตลาดโรงสีข้าวในจังหวัดกาฬสินธุ์,” รายงานการศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขา วิชาธุรกิจการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.
- [15] ชัชรินทร์ สุภานตร, “การวิเคราะห์อุตสาหกรรมโรงสีข้าวในเขตภาคกลาง,” การศึกษาอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาบริหารธุรกิจ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สุพรรณบุรี, 2547.
- [16] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, (2558, กันยายน. 27). อัตราค่าไฟฟ้า2554, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา:
<https://www.pea.co.th/peawiki/Documents/Rate2012.pdf>.