

การตรวจติดตามเพื่อควบคุมและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า ในกระบวนการตัดผัก กรณีศึกษา อาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง

สามารถ สาลี^{1*} วรณัฐ วรรณพรม¹ อลงกรณ์ งานดี¹ ศิริลักษณ์ กรุดเงิน¹
จัตตุฤทธิ์ ทองปรอน² และ วรจักร เมืองใจ³

¹ ส่วนสนับสนุนการดำเนินงานมูลนิธิโครงการหลวง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

² สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

³ วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

98 หมู่ 8 ต.ป่าป๋อง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ 50220

รับบทความ กรกฎาคม 2561 ตอบรับบทความ พฤศจิกายน 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการตรวจติดตามเพื่อควบคุมและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการตัดผัก โดยนำข้อมูลที่ได้จากลงพื้นที่ดำเนินงาน ผลักดันให้เกิดการจัดการพลังงานภายใต้ข้อกำหนดมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO 50001 ของอาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง จังหวัดเชียงใหม่ในระหว่าง ปี พ.ศ. 2559-2560 มาใช้ในการตรวจติดตามการใช้พลังงาน งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติในรูปแบบ แผนภูมิการกระจายตัวเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่ใช้กับตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงาน โดยเลือก ข้อมูลปริมาณผลผลิตทางการเกษตรกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามาใช้ในการวิเคราะห์ ร่วมกับการใช้แผนภูมิ ควบคุมผลรวมสะสมเพื่อตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้น และมีการแสดงผลการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพในการ ควบคุมและลดการใช้พลังงาน จากผลการดำเนินงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า วิธีดังกล่าวสามารถตรวจติดตามพฤติกรรม การใช้พลังงานไฟฟ้าและอธิบายความผิดปกติในกระบวนการตัดผัก โดยสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการควบคุม และประหยัดไฟฟ้าจากการดำเนินกิจกรรมในการประหยัดพลังงานคิดเป็นร้อยละ 10.6 ดังนั้นการติดตาม ปรับปรุง แก้ไข และทบทวนการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการผลักดันให้เกิดนโยบายและมาตรการเพื่อประหยัด พลังงานไฟฟ้าอย่างจริงจังจะช่วยให้เกิดรูปแบบการดำเนินนโยบายอนุรักษ์พลังงาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการ ประหยัดพลังงานขึ้นได้ในอนาคต

คำสำคัญ: ผลผลิตทางการเกษตร การตรวจติดตามการใช้พลังงาน แผนภูมิการกระจายตัว และแผนภูมิควบคุม ผลรวมสะสม

The Monitoring For Control and Analysis of Electrical Energy Used in Agricultural Production. Case Study of Product Building, Thung Luang Royal Project Foundation

**Samart Salee^{1*} Wathanyu Wannaphrom¹ Alongkhon Ngandee¹ Sirilak Krudngirn¹
Jutturit Thongpron² and Worrajak Maungjai³**

¹ Cooperation Support Foundation Royal Project, Rajamangala University of Technology Lanna

² Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna

³ College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna

¹ 128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50300

³ 98 Moo 8, T.Papong, Doisaket District, Chiang Mai Thailand, 50220

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

Abstract

This research represents a method of monitoring for controlling and analyzing electrical power consumption in vegetable sorting process. The data, during the years 2559-2560, was obtained from community services activities to encourage energy management under ISO 50001 standard requirements of Thung Luang Royal Project Chiang Mai's production building. Furthermore, it was used to monitor the power consumption (Energy monitoring). Statistical methods in chart format (Scatter Chart) was applied to analyze the relationship between energy used with variables that affect the using energy. Both the data of agricultural productivity and the consumption of electrical energy were analyzed with Cumulative sum control chart (CUSUM chart) to detect abnormalities that occur. The analysis of performance and display in control and reduce energy consumption. The results showed that this method can be used to monitor the behavior of electrical energy and describes a malfunction in the sorting vegetables process. Efficiency of control and electricity from energy-saving were analyze representing 10.525. Therefore, to review, edit, and update the tracking power continuously in conjunction with lobbying and policy measures for electricity saving seriously, makes the patterns in the energy conservation policy and can increase performance in saving energy.

Keywords: Agricultural Productivity, Energy Monitoring, Scatter Chart and Cumulative Sum Control Chart

1. บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพ ซึ่งในปี 2560 ประเทศไทยมีแนวโน้มความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการพัฒนาาระบบเศรษฐกิจที่เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 1.4 [1] ในภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ซึ่งในปัจจุบันการพัฒนาอาชีพด้านเกษตรกรรมนั้นได้มุ่งเน้นให้เกิดการยกระดับเป็นเกษตรเชิงอุตสาหกรรมที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น แต่เนื่องจากข้อจำกัดของแหล่งพลังงานไฟฟ้าภายในประเทศส่วนใหญ่เป็นแหล่งพลังงานที่มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ดังนั้นภาครัฐและหน่วยงานต่างๆ จึงมีมาตรการจำนวนมากเพื่อรณรงค์ ส่งเสริมการประหยัดพลังงานอย่างต่อเนื่อง จึงหาวิธีการจัดการพลังงานที่ประหยัดโดยเน้นการใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่ากับพลังงานที่เสียไปและลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานจึงเป็นเรื่องที่ทั่วโลกให้ความสนใจ

การตรวจติดตามการใช้พลังงาน (Energy monitoring) เป็นเทคนิคในการบริหารจัดการพลังงานโดยอาศัยข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงาน เพื่อควบคุมระดับการใช้พลังงานให้เป็นไปตามความเหมาะสม รวมไปถึงการปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตเดิมให้ดีขึ้น หน่วยงานที่มีระบบการจัดการพลังงานที่ดีจะสามารถลดต้นทุนการใช้พลังงานได้ในช่วงประมาณร้อยละ 5-20 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด [2]

การนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานโดยทั่วไป จะนำข้อมูลปริมาณการผลิตและการใช้พลังงาน ในช่วงเวลาที่ผ่านมามาสร้างเป็นสมการเส้นตรงซึ่ง ยังไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละส่วนได้ จึงไม่สามารถระบุได้ว่าช่วงเวลาใดมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงมีแนวคิดที่นำวิธีการทางสถิติเข้ามาช่วยในกระบวนการตรวจติดตามการใช้พลังงานของอาคารผลิตผลและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่ใช้กับตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงาน ในรูปแบบแผนภูมิการกระจายตัว (Scatter Chart) และประเมินรูปแบบการ

ใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา โดยหลักการ CUSUM (Cumulative sum of different) โดยการสร้างเป็นแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม (cumulative sum control chart: CUSUM chart) สำหรับแสดงการเปลี่ยนแปลงผลต่างด้านพลังงานและ แผนภาพ CUSUM จะสามารถตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นและสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพในควบคุมและลดการใช้พลังงานในกระบวนการตัดผักได้อย่างรวดเร็ว [3]

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นศูนย์พัฒนาโครงการหลวงที่มีปริมาณผลผลิตทางการเกษตรจำนวนมาก ด้วยลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบบริเวณหุบเขา ซึ่งมีความเหมาะสมในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม อาทิ เช่น ทำนา ปลูกผัก และมีที่ลาดไหล่เขาซึ่งเหมาะสำหรับการปลูกไม้ผลและพืชไร่ โดยศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงได้ดำเนินพันธกิจหลักในการส่งเสริมให้ประชาชนในพื้นที่ปลูกพืชหลากหลายชนิดเพื่อทดแทนการทำไร่เลื่อนลอยและปลูกฝิ่น โดยจำหน่ายให้กับทางศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ด้วยเหตุนี้ทางศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงจึงได้มีการจัดตั้งอาคารผลิตผลเพื่อรองรับการคัดบรรจุและจัดเก็บผลผลิตทางการเกษตรซึ่งอาคารผลิตผลดังกล่าวมีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 เมื่อเทียบกับศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทั้งหมด 39 ศูนย์ โดยข้อมูลที่คณะวิจัยได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลในปี 2559-2560 พบว่ามีผลผลิตทางการเกษตรเข้าสู่ขั้นตอนและกระบวนการคัดผักเฉลี่ยต่อเดือน เท่ากับ 193.065 ตัน ส่งผลทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารผลิตผลอยู่ในเกณฑ์สูง

ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์หาแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยนำเอาข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการตรวจติดตามการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นวิธีการสำหรับการจัดการพลังงานเบื้องต้น โดยอาศัยข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารผลิตผล เพื่อควบคุมระดับการใช้พลังงานให้เป็นไปตามความเหมาะสม รวมไปถึงใช้ในการปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตเดิมที่มีอยู่ให้ดีขึ้น โดยได้นำเอาวิธีการตรวจติดตามการใช้พลังงานมา

ประยุกต์ใช้ร่วมกับ CUSUM chart ซึ่งเป็นเครื่องมือทางสถิติที่แสดงผลรวมสะสมของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยข้อมูลกับค่าพิสัยเป้าหมายที่กำหนด และเนื่องจากแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมมีความสามารถในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงแม้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้พลังงานเพียงเล็กน้อย และสามารถบอกถึงปริมาณพลังงานที่ประหยัดหรือสูญเสียได้ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้สามารถนำมาควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารผลิตผลของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงได้

2.วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาวิธีการตรวจติดตามและวิเคราะห์เพื่อควบคุมปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการคัดฝักของอาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง

2.2 เพื่อติดตามและวิเคราะห์ผลการควบคุมปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการคัดฝักของอาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 ข้อกำหนดมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO 50001

วัตถุประสงค์การจัดทำ ISO 50001:2011 ในประเทศไทยก็คือ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการพลังงาน รวมถึงลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดต้นทุนด้านพลังงาน และลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ โดยระบบ ISO 50001:2011 สามารถนำไปใช้ได้กับองค์กรทุกขนาด และสามารถบูรณาการให้เข้ากับระบบอื่นๆ ได้ โดยต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่องตามหลักการ PCDA หลักการแสดงดังรูปที่ 1 แสดงแผนภาพกระบวนการของมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO50001:2011 [4] ได้ดังนี้

(1) การวางแผนพลังงาน (PLAN) องค์กรดำเนินการทบทวนการใช้พลังงาน จัดทำดัชนีชี้วัดสมรรถนะขององค์กรในด้านพลังงาน และกำหนดแผนปฏิบัติการต่าง ๆ ที่จำเป็น เพื่อให้ได้ผลที่จะปรับปรุงสมรรถนะด้านพลังงานให้เป็นไปตามนโยบาย

พลังงานขององค์กร โดยการวัดและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณการใช้พลังงาน

(2) การปฏิบัติ (DO) องค์กรนำแผนปฏิบัติการต่าง ไปปฏิบัติ ซึ่งครอบคลุมถึงการดำเนินการในด้านอื่นๆ ที่จะทำให้ระบบการจัดการพลังงานมีความยั่งยืน ซึ่งจะต้องดำเนินการจัดทำเอกสารให้สอดคล้องกับข้อกำหนดและการควบคุมเอกสาร ดังนี้

- ด้านความสามารถ การฝึกอบรม และความรู้ตระหนัก

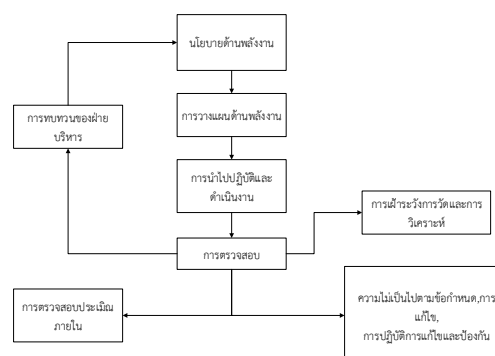
- ด้านพลังงานของคนในองค์กร (Competence Training and awareness)

- ด้านการสื่อสารทั้งภายในและภายนอกองค์กร (Communication)

- ด้านระบบเอกสาร (Documentation) ซึ่งต้องดำเนินการจัดทำเอกสารให้สอดคล้องกับข้อกำหนดและการควบคุมเอกสาร

- ด้านการควบคุมการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา (Operational Control) เฉพาะกระบวนการหรือเครื่องจักรที่มีนัยสำคัญและมีผลกระทบต่อสมรรถนะพลังงาน (SEU) ถ้ามีความจำเป็นก็ควรกำหนดวิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ของแต่ละอุปกรณ์ เช่น วิธีปฏิบัติงานการเริ่มเดินหม้อไอน้ำ เป็นต้น

- ด้านการออกแบบและการจัดซื้อ สำหรับกระบวนการ เครื่องจักรที่มีนัยสำคัญและมีผลกระทบต่อสมรรถนะพลังงาน (SEU) รวมถึงการบริการด้านพลังงาน



รูปที่ 1 แผนภาพกระบวนการของมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO50001:2011

(3) การตรวจสอบ (CHECK) องค์กรเฝ้าติดตามและตรวจสอบการดำเนินการรวมถึงแผนปฏิบัติการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยการกำหนดแผนในการเฝ้าระวังและการตรวจติดตามตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อสมรรถนะพลังงาน ซึ่งในการตรวจสอบยังรวมไปถึงการตรวจประเมินภายในในระบบการจัดการพลังงานที่จะต้องทำเป็นประจำทุกปี และหากพบข้อบกพร่องหรือแนวโน้มที่จะเกิดข้อบกพร่อง จะต้องดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขและปฏิบัติการป้องกันทันที

(4) การทบทวน (ACT) องค์กรดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องที่พบ เพื่อปรับปรุงสมรรถนะขององค์กรด้านพลังงาน ซึ่งส่งผลให้ระบบมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยองค์กรจะต้องดำเนินการทบทวนโดยฝ่ายบริหารทุก ๆ ปี เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการจัดการพลังงานยังคงอยู่ และมีการปรับปรุงและพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน

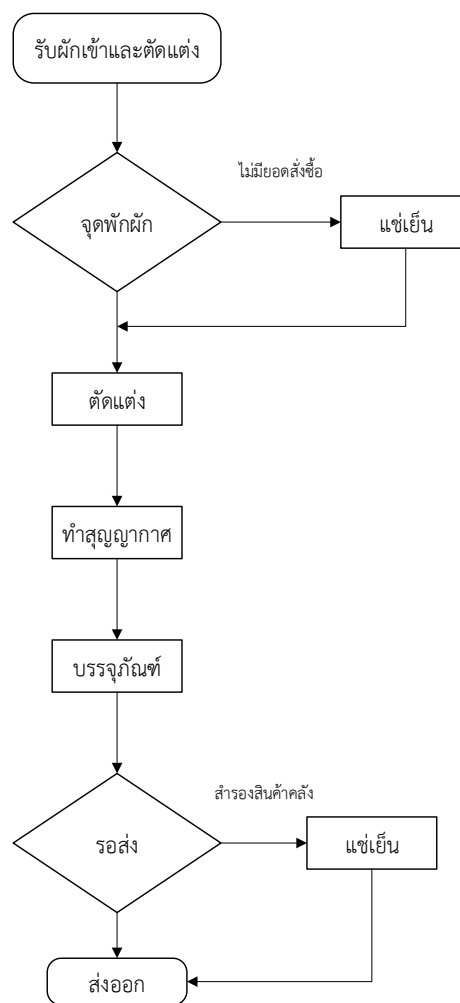
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่ใช้กับตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงานเครื่องมือที่จะนำมาวิเคราะห์หาพฤติกรรมการใช้พลังงานนั้น จะใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control หรือ SPC) ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคนิค SPC กับการจัดการพลังงานหรือการอนุรักษ์พลังงาน จะสามารถแสดงได้ในรูปแบบภูมิการกระจายตัว [5] เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน และการผลิตอย่างชัดเจน ซึ่งการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานสามารถทำได้โดยใช้ข้อมูลการใช้พลังงานในอดีตที่ผ่านมา เช่น ปริมาณการผลิตสินค้า ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพและการวางแผนการใช้พลังงานต่อไปในอนาคต โดยเก็บข้อมูลในรูปแบบรายเดือนรวมทั้งสิ้น 24 เดือน

การตรวจติดตามการใช้พลังงานในช่วงเวลาที่สนใจ โดยแผนภาพ CUSUM เพื่อใช้คาดการณ์การใช้พลังงานในอนาคต จากนั้นหาค่าความแตกต่างของปริมาณพลังงานที่ใช้จริงกับปริมาณพลังงานที่คาดการณ์ไว้ (Different) และสร้างกราฟผลต่างสะสมเพื่อดูแนวโน้มการใช้พลังงานว่า มีการประหยัดหรือสิ้นเปลืองกว่าที่คาดการณ์ไว้ ค่าผลต่างที่เป็นค่าลบ

แสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานต่ำกว่าที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า นั่นคือถือว่ามีประสิทธิภาพพลังงาน ในอีกด้านหนึ่งผลต่างที่มีค่าเป็นบวกก็จะแสดงผลว่ามีการใช้พลังงานสิ้นเปลืองเกินกว่าที่คาดการณ์ไว้ [6]

3.3 กระบวนการคัดสรรจุดผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง

ลำดับ ขั้นตอน ในกระบวนการคัดสรรจุดผลิตภายในอาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง มีทั้งสิ้น 7 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการคัดสรรของผัก

WORK IN PROECSS (WI) คือ ผังการทำงานหรือกระบวนการผลิต ซึ่งการศึกษากระบวนการทำงานและสังเกตพฤติกรรมการทำงานจะมีผลต่อการวิเคราะห์และการหาข้อมูลเชิงลึกของอาคารผลิตผลที่

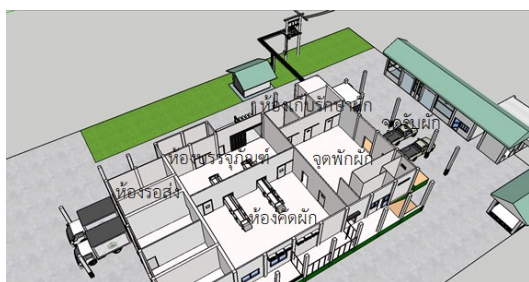
สัมพันธ์ต่อการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละกระบวนการซึ่งสามารถอธิบายหลักการปฏิบัติออกเป็น 4 หัวข้อหลัก ดังนี้

1) เมื่อรับผักเข้ามาในจุดรับเข้าและตัดแต่ง จะทำการตัดแต่งเบื้องต้นแล้วนำไปเข้าเก็บยังจุดพักผัก เพื่อรอส่งไปตัดแต่งโดยละเอียด ในกรณีที่ผักเหี่ยวจากยอดใบสั่งซื้อในวันนั้น จะนำไปแช่เย็นไว้ก่อน

2) ผักที่ถูกเก็บไว้ในจุดพักผัก จะถูกนำเข้ามาสู่จุดตัดแต่ง เมื่อดำเนินการตัดแต่งโดยละเอียดเรียบร้อยแล้ว จึงนำไปบรรจุภัณฑ์ที่ห้องบรรจุภัณฑ์

3) เมื่อบรรจุภัณฑ์เรียบร้อยแล้วจึงนำไปผ่านระบบเย็นเร็วแบบสูญญากาศเพื่อรักษาและคงสภาพความสด ใหม่ของสินค้าเอาไว้

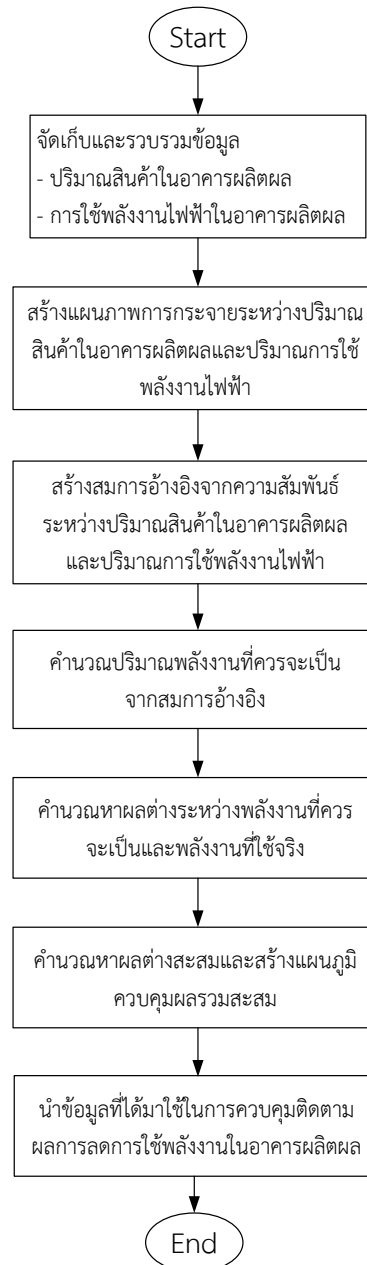
4) เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านระบบสูญญากาศแล้วจึงนำไปเก็บรักษาไว้ยังจุดรอส่ง ในกรณีส่งไม่ทันในวันทำการตัดบรรจุ จะนำไปแช่เย็นเก็บรักษาไว้เพื่อรอส่ง ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนผังแสดงกระบวนการตัดบรรจุ

4.วิธีการวิจัย

การตรวจติดตามเพื่อควบคุมและวิเคราะห์ผลการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับงานวิจัยนี้ มีวิธีการวิจัยรวมทั้งสิ้น 7 ขั้นตอนหลัก ดังแสดงในรูปที่ 3



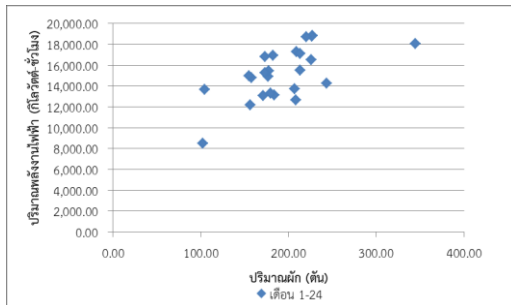
รูปที่ 2 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณการผลิต

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลปริมาณผลผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน ซึ่งมีผลการเก็บข้อมูลปริมาณผลผลิตและปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ดังตารางที่ 1

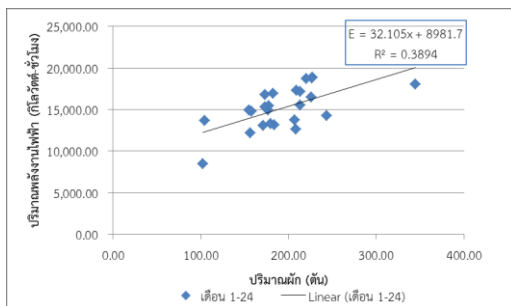
ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณการผลิต และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 24 เดือนต่อเนื่อง ของโรงงานควบคุมแห่งหนึ่ง

	เดือน	ปริมาณผลรวม (ตัน)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)
ปี 2559	1	183.8265	13,102.06
	2	243.272	14,276.89
	3	179.692	13,312.43
	4	182.713	16,950.70
	5	104.46	13,664.27
	6	171.4965	13,057.24
	7	176.8007	14,932.54
	8	177.48	15,445.70
	9	157.91	14,799.03
	10	101.991	8,464.20
	11	155.009	14,941.91
	12	156.3455	12,160.53
ปี 2560	13	207.311	13,744.05
	14	208.2555	12,624.85
	15	213.0155	15,480.04
	16	344.8077	18,071.29
	17	227.2928	18,856.32
	18	209.2351	17,282.85
	19	226.6913	18,747.02
	20	220.2405	18,735.39
	21	173.5436	16,778.48
	22	213.1503	17,130.29
	23	173.0538	15,270.12
	24	225.9681	16,493.26

ขั้นตอนที่ 2 สร้างเป็นแผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังรูปที่ 3 ซึ่งแผนภาพดังกล่าวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่จากจุดตัดบนแกน x และ y โดยมีนัยสำคัญ



รูปที่ 3 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณผล



รูปที่ 4 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณผลและความสัมพันธ์

ขั้นตอนที่ 3 จากแผนภาพในรูปที่ 3 สามารถหาความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการเส้นตรงซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นสมการอ้างอิงได้ โดยสมการเส้นตรงนี้จะมีรูปแบบทั่วไปสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (1)

$$E = mx + c \quad (1)$$

โดยที่

E คือ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

m คือ ความชันของเส้นตรง

x คือ ปริมาณผลในอาคารผลิตผล (ตัน)

c คือ ค่าคงที่และจุดตัดแกน y (พลังงานที่ใช้ในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับปริมาณสินค้า)

ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จะมีค่าระหว่าง 0-1 บ่งชี้ถึงการกระจายตัวของข้อมูล ถ้า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 สมการเส้นตรงที่ได้ จะนำไปใช้ในการควบคุมการตั้งค่าเป้าหมายและประเมินผลลัพธ์ได้แม่นยำมากขึ้น โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานแสดงดังรูปที่ 4

จากแผนภาพการกระจาย ในรูปที่ 4 จะสามารถสร้างสมการอ้างอิงได้ดังนี้

$$E = 32.105x + 8,981.7 \quad (2)$$

โดยที่

m (ค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร x) คือ พลังงานที่ต้องใช้เมื่อทำการผลิตหนึ่งหน่วย (Productive dependent Energy Consumption: PEC) ซึ่งสำหรับสมการนี้ ค่าสัมประสิทธิ์มีค่า 32.105 แสดงว่าพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้เมื่อทำการผลิตหนึ่งหน่วย เท่ากับ 32.105 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

c (ส่วนค่าคงที่) หมายถึง ปริมาณพลังงานที่ใช้ในส่วนที่ไม่ขึ้นกับปริมาณการผลิต (Unproductive Energy Consumption: UEC) ซึ่งอาจหมายถึงพลังงานที่จำเป็นต้องใช้ เช่น แสงสว่าง ระบบทำความเย็นในคลังสินค้า และพลังงานที่สูญเสียไปโดยไม่มีผลจำเป็น เช่น การเสื่อมสภาพของผนังห้องเย็น การเดินเครื่องจักรเปล่า ฯลฯ ซึ่งสำหรับสมการนี้ ค่าคงที่เท่ากับ 8,981.7 หมายถึงค่าพลังงานในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตมีค่าคงที่ 8,981.7 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

จากสมการที่ (2) แสดงให้เห็นว่า ค่าพลังงานที่ต้องใช้เมื่อมีปริมาณสินค้า 1 ตัน เท่ากับ 32.105 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และค่าพลังงานที่ใช้ในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับปริมาณสินค้า เท่ากับ 8,981.7 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และจากการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นจะได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.3894 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีการกระจายตัวอยู่นอกเส้นแนวโน้มมาก ทำให้เห็นว่าภายในเวลา 24 เดือนที่ผ่านมาได้มีการเปลี่ยนแปลงและแปรปรวนของการใช้พลังงานค่อนข้างมาก

ขั้นตอนที่ 4 การคำนวณหาปริมาณพลังงานที่ควรจะเป็น เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 1 พบว่าปริมาณผักเฉลี่ยทั้ง 24 เดือน มีค่าเท่ากับ 193.065 ตัน เมื่อนำมาแทนค่าในสมการที่ (2) จะได้พลังงานไฟฟ้าหรือค่า E เท่ากับ 15,180.054 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เปรียบเทียบกับ UEC แล้ว UEC หรือพลังงานที่ใช้ในส่วนที่ไม่ขึ้นกับปริมาณการผลิต คิดเป็นร้อยละ 59.17 ของการใช้พลังงานทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 5 การคำนวณผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ควรจะเป็นกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงสามารถนำสมการที่ 2 มาเป็นเป็นสมการฐานอ้างอิงในการคำนวณ โดยมีตัวแปรสำคัญ ได้แก่

D_i คือ ผลต่างระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงกับพลังงานที่คำนวณได้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

S_i คือ ค่าผลต่างสะสม (CUSUM) ของแต่ละเดือน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) และ มีสมการที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

$$D_i = E_u - E_i \quad (3)$$

$$S_i = \sum_i^j D_i \quad (4)$$

โดยที่

E_u คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเดือนที่ i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

E_i คือ พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากสมการเส้นตรงที่ใช้เป็นฐานอ้างอิงในเดือนที่ i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

i คือ เดือนที่ต้องการวิเคราะห์การใช้พลังงาน ($i = 1, 2, \dots, j$)

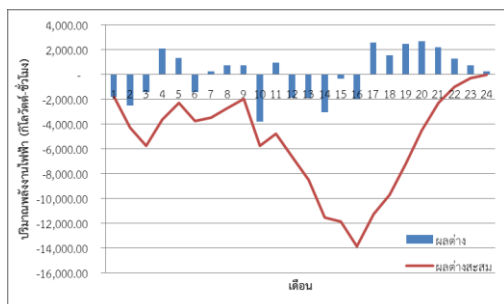
ซึ่งจากสมการที่ (3) และ (4) สามารถคำนวณผลจากการคำนวณผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ควรจะเป็นกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ผลต่าง และผลต่างสะสมจากข้อมูล 24 เดือน

เดือน	ปริมาณผัก รวม (ตัน)	E_u (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	E_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	D_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	S_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
1	183.8265	13,102.06	14,883.44978	-1,781.389783	-1,781.389783
2	243.2720	14,276.89	16,791.94756	-2,515.057560	-4,296.447343
3	179.6920	13,312.43	14,750.71166	-1,438.281660	-5,734.729003
4	182.7130	16,950.70	14,847.70087	2,102.999135	-3,631.729868
5	104.4600	13,664.27	12,335.38830	1,328.881700	-2,302.848168
6	171.4965	13,057.24	14,487.59513	-1,430.355133	-3,733.203300
7	176.8007	14,932.54	14,657.88647	274.6535265	-3,458.549774
8	177.4800	15,445.70	14,679.69540	766.0046000	-2,692.545174
9	157.9100	14,799.03	14,051.40055	747.6294500	-1,944.915724
10	101.9910	8,464.20	12,256.12106	-3,791.921055	-5,736.836779

11	155.0090	14,941.91	13,958.26395	983.646055	-4,753.190724
12	156.3455	12,160.53	14,001.17228	-1,840.642278	-6,593.833001
13	207.3110	13,744.05	15,637.41966	-1,893.369655	-8,487.202656
14	208.2555	12,624.85	15,667.74283	-3,042.892828	-11,530.09548
15	213.0155	15,480.04	15,820.56263	-340.5226275	-11,870.61811
16	344.8077	18,071.29	20,051.75121	-1,980.461209	-13,851.07932
17	227.2928	18,856.32	16,278.93534	2,577.384656	-11,273.69466
18	209.2351	17,282.85	15,699.19289	1,583.657115	-9,690.037549
19	226.6913	18,747.02	16,259.62419	2,487.395814	-7,202.641736
20	220.2405	18,735.39	16,052.52125	2,682.868748	-4,519.772988
21	173.5436	16,778.48	14,553.31728	2,225.162722	-2,294.610266
22	213.1503	17,130.29	15,824.89038	1,305.399619	-989.2106475
23	173.0538	15,270.12	14,537.59225	732.5277510	-256.6828965
24	225.9681	16,493.26	16,236.40585	256.8541495	0.1712530

ขั้นตอนที่ 6 นำข้อมูลทั้งหมดในตารางที่ 2 ไปสร้างเป็นแผนภูมิเชิงเส้น ในรูปแบบของแผนภูมิควบคุมผลต่างสะสม (CUSUM control chart) โดยให้แกน x เป็นเดือน 1-24 แกน y เป็นแกนของพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภูมิควบคุมผลต่างสะสมของข้อมูลในช่วงเวลาต่อเนื่องกัน 24 เดือน

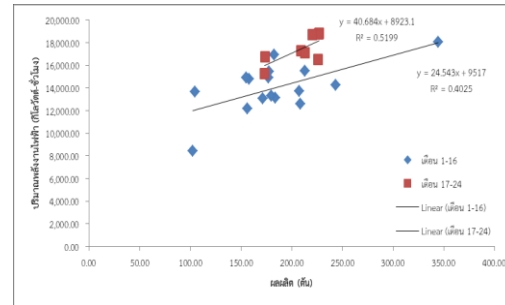
ขั้นตอนที่ 7 นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการควบคุมติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารผลิตผล และสังเกต

พฤติกรรมในการดำเนินกิจกรรมในการควบคุมและประหยัด

5. ผลการวิจัย

การติดตามและวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงาน ไฟฟ้า จากการลงพื้นที่ที่ทดลองดำเนินกิจกรรมเพื่อควบคุมและประหยัด ข้อมูลจากแผนภูมิควบคุมผลต่างสะสมในรูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ในช่วงเดือนที่ 1-16 ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในเชิงของการลดการใช้พลังงานซึ่งสามารถประเมินได้จากความชันของกราฟควบคุมผลต่างสะสมที่อยู่ในแดนลบ ลักษณะของรูปกราฟมีการแปรปรวนอยู่ตลอดเวลา แต่ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแดนลบบ่งชี้ถึงถึงพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินค่าฐานอ้างอิงมีน้อยกว่าในส่วนที่ต่ำ และแสดงว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่ตั้งแต่เดือนที่ 17-24 ลักษณะรูปกราฟยังอยู่ในแดนลบแต่มีทิศทางเข้าสู่ด้านบวกซึ่งแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงดังกล่าวเกินกว่าค่าฐานอ้างอิง แสดงให้เห็นถึงการขาดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น ในระหว่างช่วงเดือน 1 ถึง 16 พบว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นในเดือนที่ 4 5 7 8 9 และ 11 เนื่องจากเดือนดังกล่าวเป็นช่วงที่ดำเนินการทดลองดำเนินกิจกรรมควบคุมและประหยัดไฟฟ้า แต่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นอย่างผิดปกติ จึงได้ใช้การวิเคราะห์แบบเปรียบเทียบพฤติกรรม (activity based) เพื่อให้เห็นถึงผลกระทบในการดำเนินกิจกรรมควบคุมและประหยัดที่แท้จริง โดยการสร้างแผนภาพการกระจายและแผนภูมิเชิงเส้นขึ้นใหม่ และแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง คือ 1) ช่วงเดือนที่ 1-16 ที่อาคารผลิตผลการตัดบรรจุภัณฑ์ตามแผนหลัก ควบคุม ควบคู่ไปกับการลงพื้นที่ดำเนินกิจกรรมตรวจติดตาม ควบคุม และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยคณะวิจัย และ 2) ช่วงเดือนที่ 17-24 อาคารผลิตผลการปรับเปลี่ยนแผนการตัดบรรจุภัณฑ์และกิจกรรมตรวจติดตาม ควบคุม และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าดำเนินโดยกลุ่มบุคลากรของอาคารผลิตผลรวมทั้งสิ้น 8 เดือน เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพและผลกระทบในการดำเนินกิจกรรมควบคุมและประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่แท้จริง คณะผู้วิจัยจึงเลือกข้อมูลในช่วงที่ 2 มาใช้ในการคำนวณสมการฐานอ้างอิง โดยสามารถสร้างแผนภาพการกระจายและสมการเส้นฐานอ้างอิงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนภูมิการกระจายระหว่างปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้และปริมาณผลผลิต โดยแยกข้อมูลเป็นเดือนที่ 1-16 และเดือนที่ 17-24

จากข้อมูลในรูปที่ 6 สมบัติการตัดสินใจ $R^2 = 0.5199$ สามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ดังสมการที่ (5)

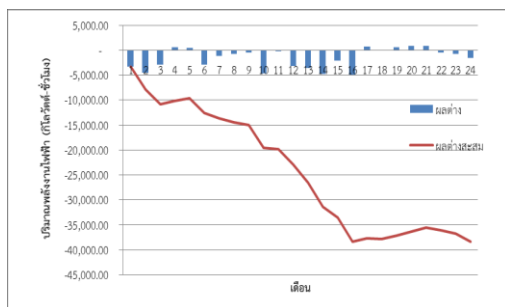
$$E = 40.684x + 8,923.1 \quad (5)$$

เมื่อนำข้อมูลปริมาณการตัดผักทั้ง 24 เดือน ไปแทนค่าในสมการข้างต้น จะสามารถสรุปข้อมูลและตัวแปรอ้างอิงที่เกี่ยวข้องได้ดังตารางที่ 3 และสามารถสร้างเป็นแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมได้ดังรูปที่ 7

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ผลต่าง และผลต่างสะสมแบบฐานกิจกรรม (activity based)

เดือน	ปริมาณผัก รวม (ตัน)	E_u (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	E_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	D_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	S_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
1	183.83	13,102.06	16,401.90	-3,299.84	-3,299.84
2	243.27	14,276.89	18,820.38	-4,543.49	-7,843.33
3	179.69	13,312.43	16,233.69	-2,921.26	-10,764.58
4	182.71	16,950.70	16,356.60	594.10	-10,170.48
5	104.46	13,664.27	13,172.95	491.32	-9,679.16
6	171.50	13,057.24	15,900.26	-2,843.02	-12,522.18
7	176.80	14,932.54	16,116.06	-1,183.52	-13,705.70
8	177.48	15,445.70	16,143.70	-698.00	-14,403.70
9	157.91	14,799.03	15,347.51	-548.48	-14,952.18

10	101.99	8,464.20	13,072.50	-4,608.30	-19,560.48
11	155.01	14,941.91	15,229.49	-287.58	-19,848.06
12	156.35	12,160.53	15,283.86	-3,123.33	-22,971.39
13	207.31	13,744.05	17,357.34	-3,613.29	-26,584.68
14	208.26	12,624.85	17,395.77	-4,770.92	-31,355.60
15	213.02	15,480.04	17,589.42	-2,109.38	-33,464.98
16	344.81	18,071.29	22,951.26	-4,879.97	-38,344.95
17	227.29	18,856.32	18,170.28	686.04	-37,658.91
18	209.24	17,282.85	17,435.62	-152.77	-37,811.68
19	226.69	18,747.02	18,145.81	601.21	-37,210.47
20	220.24	18,735.39	17,883.36	852.03	-36,358.44
21	173.54	16,778.48	15,983.55	794.93	-35,563.51
22	213.15	17,130.29	17,594.91	-464.62	-36,028.13
23	173.05	15,270.12	15,963.62	-693.50	-36,721.63
24	225.97	16,493.26	18,116.39	-1,623.13	-38,344.75



รูปที่ 7 แผนภูมิควบคุมสะสมที่ใช้ฐานกิจกรรมเป็นเส้นฐานอ้างอิง (activity based)

ข้อมูล S_i จากตารางที่ 3 จะแสดงให้เห็นถึงผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าสะสม ตั้งแต่เริ่มทำกิจกรรมประหยัดควบคุมและลดการใช้ไฟฟ้า ตั้งแต่เดือนที่ 1-24 มีค่าเท่ากับ 38,344.75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งสามารถคำนวณเป็นร้อยละของผลการประหยัดที่บ่งชี้ถึงประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ได้จากสมการที่ 6

$$\%Saving = \frac{S_{years}}{E_{years}} \times 100 \quad (6)$$

โดยที่

$\%Saving$ คือ ร้อยละผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า

S_{years} คือ ผลต่างพลังงานไฟฟ้าสะสมรายปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

E_{years} คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รายปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

ซึ่งจากข้อมูลจากตารางที่ 3 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้ง 24 เดือนในการดำเนินกิจกรรมตัดบรรจุผักของอาคารผลิตผล (E_{years}) มีค่าเท่ากับ 364,321.46 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และค่าผลต่างพลังงานไฟฟ้าสะสมรายปี (S_{years}) มีค่าเท่ากับ 38,344.75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เมื่อนำข้อมูลที่ได้ข้างต้นแทนค่าในสมการที่ 6 จะได้ผลสรุปว่า อาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงมีร้อยละผลการประหยัดไฟฟ้าระหว่างปี 2559-2560 ที่ได้ติดตามและดำเนินกิจกรรมเพื่อผลักดัน

ให้เกิดนโยบายด้านการควบคุมและลดการใช้พลังงาน มีค่าเท่ากับ 10.525

6. อภิปรายผลการวิจัย

การติดตามและวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงาน ไฟฟ้า ในกระบวนการคั้ดผักของอาคารผลิตผลของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับการตรวจติดตามพลังงาน คือ ข้อมูลด้านปริมาณการผลิต และข้อมูลด้านการใช้พลังงาน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มาจากการลงพื้นที่ดำเนินกิจกรรมของคณะวิจัยและจากผู้ปฏิบัติงานในอาคารผลิตผล โดยข้อมูลด้านพลังงานนั้นต้องมีสัมพันธ์กับลักษณะการผลิตเพื่อความแม่นยำในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและหาแนวทางเพื่อลดการใช้พลังงาน ข้อมูลที่ได้สามารถแบ่งพิจารณาออกเป็น 2 ช่วง ตามแผนการผลิตและลักษณะการดำเนินกิจกรรมเพื่อควบคุมและลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ช่วงแรก คือ ช่วงที่อาคารผลิตผลมีการผลิตตามแผนและมีการดำเนินกิจกรรมต่อเนื่องโดยคณะผู้วิจัย และช่วงที่ 2 คือ ช่วงที่อาคารผลิตผลรับแผนการผลิตนอกแผน เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นของปริมาณการผลิตและการใช้พลังงานโดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์เชิงเส้นอย่างง่ายโดยใช้ข้อมูลรวมทั้ง 24 เดือนพบว่า ค่า R^2 ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 0.4-0.6 เนื่องจากข้อมูลมีความแปรปรวนและมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่น้อยซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ เป็นช่วงแรกที่ดำเนินกิจกรรมด้านประหยัดพลังงานซึ่งจะสามารถสังเกตได้ในช่วงเดือนที่ 4 และ 5 และมีความผิดปกติในกระบวนการคั้ดบรรจุผักหรือมีพฤติกรรมที่ละเลยในเดือนที่ 17 19 20 และ 21 ซึ่งส่งผลกระทบให้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เพิ่มขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ด้อยลง

การศึกษาประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาจากข้อมูลปริมาณผลผลิตซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการใช้พลังงาน ซึ่งยังมีปัจจัยอื่นๆที่อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เช่น การกำหนดเป้าหมายและดำเนินนโยบายในการอนุรักษ์พลังงาน ฤดูกาลการผลิต ลักษณะของกระบวนการผลิต

ที่แตกต่างกัน เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต การใช้ไฟฟ้าจากระบบสำรองไฟฟ้า ฯลฯ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิเชฐ ประเสนะ และ สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์ ปี 2557 เรื่อง “การพัฒนากระบวนการจัดการพลังงานสู่มาตรฐานสากล ISO 50001:2011 สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์”และบุญญารัตน์ แสงปิยะ, จันทนา จันทโร และ ไชยะ แซ่มซ้อย ปี 2554 เรื่อง “ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานควบคุม” และ ดังนั้นจึงเป็นประโยชน์สำหรับคณะวิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อต่อยอดในการศึกษาเชิงลึกในอนาคตต่อไป

7. สรุป

จากผลการศึกษาเพื่อติดตามและวิเคราะห์ผลการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการคั้ดผักซึ่งคณะวิจัยได้ลงพื้นที่ดำเนินกิจกรรมสร้างความรู้ความเข้าใจ และวางแนวทางในการปฏิบัติเพื่อควบคุมและลดการใช้พลังงาน โดยนำเอาข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรและปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้มาร่วมวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือทางสถิติ คือ แผนภูมิการกระจาย และแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมเพื่อตรวจติดตามพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งผลการวิจัยที่ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการดังกล่าวที่สามารถนำมาควบคุมเพื่อลดการใช้พลังงานโดยงานวิจัยนี้มีค่ามีร้อยละของผลการประหยัดไฟฟ้าเท่ากับ 10.525 และยังสามารถบ่งชี้ถึงจุดวิกฤต ปัญหาและความผิดปกติที่เกิดขึ้นในช่วงที่ดำเนินกิจกรรม ดังนั้นจำเป็นต้องมีการติดตาม ปรับปรุงแก้ไข ทบทวน ในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเพื่อควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงาน หากไม่ทำการทบทวนและติดตามผลอาจส่งผลกระทบให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการตรวจติดตามร่วมกับการผลักดันให้เกิดนโยบายและมาตรการเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าอย่างจริงจังจะช่วยให้เกิดรูปแบบในการดำเนินนโยบายด้านการอนุรักษ์พลังงาน และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในประหยัดพลังงานได้อย่างเป็นรูปธรรม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณส่วนสนับสนุนการดำเนินงานมูลนิธิโครงการหลวง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยและ ขอขอบคุณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง เจ้าหน้าที่ และ ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และ ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงการประสาน ร่วมกันทำให้งานวิจัยในครั้งนี้บรรลุตามเป้าหมายและ วัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงาน (สนพ.). (2560) .

สถานการณ์พลังงานปี 2560 และแนวโน้มปี 2561

[ออนไลน์] ได้จาก :

http://www.eppo.go.th/images/Infomation_service/public_relations/forecast/Energy2016-Forcast2017.pdf

เบญจวรรณ นิรมิตวสุ. (2554) . การประยุกต์ใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อการตรวจติดตามผลการอนุรักษ์พลังงาน . วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 8 : 35-44

บุญญรัตน์ แสงปิยะ. (2554) . ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานควบคุม . วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 8 : 20-34

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2559) . คู่มือปฏิบัติงาน การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานในระดับสากล (ISO 50001) สำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม. บริษัทเอนเนอร์ยี ควอลิตี้ เซอร์วิสจำกัด

บุพิเชฐ ปะเสนะ. (2557) . การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสู่มาตรฐานสากล ISO 50001:2011 สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 11 : 1-14

พัชรมาศ นุ่มดี. (2554) . การศึกษาประสิทธิภาพและตรวจติดตามการใช้พลังงานของโรงงานควบคุม. วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 8 : 1-10