

Research Article

การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า กรณีศึกษาการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 2 (ภาคกลาง) จังหวัดชลบุรี

Electricity Consumption Behavior Analysis: A case study Provincial Electricity Authority, Region 2, (Central Thailand) Chon Buri Province

สิทธิพงษ์ ด้านตระกูล^{1*}, ชนิดดา นัยเลิศ¹ และ ณัฐชา จงใจหาญ¹

Sittipong Dantrakul^{1*}, Chanidda Nailoed¹ and Natcha Jongjaihan¹

¹คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัด ชลบุรี 20230 ประเทศไทย

¹Faculty of Science at Sriracha, Kasetsart University, Sriracha Campus, Sriracha, Chonburi 20230, Thailand

*E-mail: sittipong.da@ku.th

Received: 30/07/2020; Revised: 31/10/2020; Accepted: 06/12/2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือน และบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ในเขตพื้นที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 2 (ภาคกลาง) จังหวัดชลบุรี ข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้าจะบันทึกและเฉลี่ยทุก ๆ 15 นาที จนครบ 24 ชั่วโมงของแต่ละวัน โดยข้อมูลการใช้ไฟฟ้าที่นำมาวิเคราะห์ประกอบด้วย ลักษณะการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของวันทำงาน และลักษณะการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของวันอาทิตย์ ข้อมูลดังกล่าวได้ผ่านการทำความสะอาดและแบ่งกลุ่มแบบวิธีเคมีนส์ ในงานวิจัยได้ศึกษาข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มข้อมูลบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ทั้งวันทำงานและวันอาทิตย์มีช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้าสูงสุดคือ 20.45 น.-22.45 และมีค่าเซนทรอยด์ในช่วงเวลาดังกล่าวคือ 454,384.59 (kWh) ในวันทำงาน และ 499,098.19 (kWh) ในวันอาทิตย์ สำหรับกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือนนั้น ช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้าสูงสุดคือช่วงเวลา 18.45 น.-22.30 น. ในวันทำงาน และ 18.45 น.-21.45 น. ในวันอาทิตย์ โดยมีค่าเซนทรอยด์คือ 65,395.48 (kWh) ในวันทำงาน และ 69,653.51 (kWh) ในวันอาทิตย์

คำสำคัญ: การแบ่งกลุ่มแบบเคมีน, ลักษณะการใช้ไฟฟ้า, ปริมาณการใช้ไฟฟ้า

Abstract

The objective of this research is to study the electrical behavior of using residential that used electricity over 150 units per month and less than 150 units per month in Region 2, (Central Thailand) Chon Buri Province. In each day, the electrical data are recorded every 15 minutes until 24 hours. The electrical data consist of the average electricity usage on workday and Sunday. The data are clean and analyzed by using k means algorithm. This research studies the electrical data from January 2012 to December 2019. The result shows that on the workday and Sunday, the residential that used electricity more than 150 units per month has the highest of using electricity consumption in the period of 08.45 p.m. to 10.45 p.m. The centroid in the period is 454,384.59 (kWh) on workday and 499,098.19 (kWh) on Sunday. For the residential that used electricity less than 150 units per month has the highest of using electricity consumption in the period of 06.45 p.m. – 10.30 p.m. on the workday and 06.45 p.m. – 09.45 p.m. on the Sunday. The centroid in the period is 65,395.48 (kWh) on workday and 69,653.51 (kWh) on Sunday.

Keywords: k-means clustering, load profile, electricity utilization

Introduction

การใช้พลังงานไฟฟ้าถือเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวัน มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ เป็นโครงสร้างพื้นฐานในการบริหารประเทศและมีแนวโน้มการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี อย่างไรก็ตามประเทศไทยมีปริมาณกำลังผลิตพลังงานไฟฟ้าที่จำกัดรวมทั้งประเทศไทยได้ใช้พลังงานที่มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นหลัก โดยในปี พ.ศ. 2562 ได้ใช้พลังงานจากฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานสำหรับผลิตไฟฟ้าถึง 74.20% โดยพลังงานดังกล่าวได้มีการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลัก นอกจากนี้พลังงานจากฟอสซิลจะมีการปล่อยก๊าซ CO₂ ออกมา ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้พลังงานทดแทนเป็นอีกหนึ่งทางเลือกเพื่อลดการปล่อยก๊าซดังกล่าว แต่เนื่องจากพลังงานทดแทนเป็นพลังงานที่อาศัยปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานทดแทนจึงไม่สามารถควบคุมได้ในแต่ละช่วงเวลา ทำให้พลังงานมีความแปรปรวนมากด้านปริมาณการผลิตไฟฟ้า ตัวอย่างปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมในแต่ละวันและแต่ละช่วงเวลาจะมีปริมาณที่ไม่เท่ากัน (Naruwit และ Kriengkrai, 2017), (Byungik และ Ken, 2019), (Shahid และคณะ, 2019) แต่หากมีการวางแผนการผลิตและใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาให้เหมาะสมก็จะสามารถใช้พลังงานจากพลังงานทดแทนได้อย่างเต็มรูปแบบดังตัวอย่างที่ ตำบลบ้านแปะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานจากการไหลของน้ำในการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Tirapong และคณะ 2017)

การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า ได้ถูกศึกษาอย่างแพร่หลายในหลายลักษณะ อาทิเช่น การศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในอาคารเรียนในวันช่วงเวลาทำงานและช่วงเวลาปิดทำการ (Mohamed และคณะ, 2016) การศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานของ 17 โรงเรียนขนาดใหญ่ในเมือง เทียนจิน ประเทศจีน (Hongting และคณะ, 2019) การวิเคราะห์รูปแบบการใช้ไฟฟ้ารายวันของอาคารและความสัมพันธ์กับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมทำให้สามารถตรวจสอบและประเมินความต้องการไฟฟ้า (Antonio และคณะ, 2018) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการพัฒนามนุษย์และการใช้พลังงานไฟฟ้า (Reza และ Koji, 2018) การศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบ้านที่อยู่อาศัยที่มีรายได้ในครัวเรือนที่แตกต่างกัน

ในประเทศอิสราเอล (Yuval และ Meidad, (2018)) จะเห็นว่ามีการศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ามากมายหลายลักษณะแต่ทุกการศึกษามีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและหาแนวทางในการใช้ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพ

กลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยเป็นกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มสำคัญในประเทศไทย ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัย เพื่อหาแนวทางกำหนดมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า งานวิจัยฉบับนี้จึงศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มผู้ใช้ที่ศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้การแบ่งกลุ่มแบบวิธีเคมีนส์ เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 2 (ภาคกลาง) จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย 5 จังหวัดได้แก่ จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดจันทบุรี จังหวัดตราด และจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยกลุ่มเป้าหมายของการศึกษามี 2 กลุ่มคือ บ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือน และบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ว่ามีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาใดมากที่สุด และเวลาใดมีการใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด โดยแต่ละกลุ่มจะใช้ข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้า (Load profile) ในวันทำงาน (Workday) และวันอาทิตย์ (Sunday)

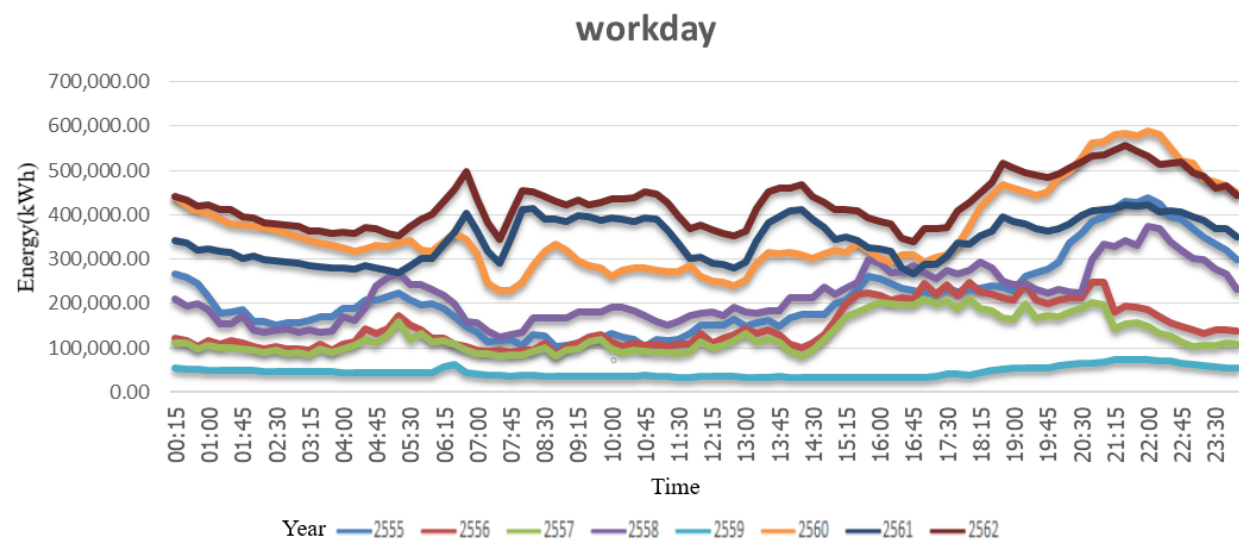
ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้จะใช้การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า โดยใช้การจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ การแบ่งกลุ่มวิธีเคมีนส์ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้คือข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือน และบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ที่อยู่ในเขตพื้นที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 2 (ภาคกลาง) จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย 5 จังหวัดได้แก่ จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดจันทบุรี จังหวัดตราด และจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยจะบันทึกเป็นค่ากำลังไฟฟ้ากิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) โดยค่าจะถูกบันทึกและเฉลี่ยทุก ๆ 15 นาที การบันทึกจะเริ่มตั้งแต่วันที่ 00.00 น. และค่าแรกของแต่ละวันคือ กำลังไฟฟ้ารวมเฉลี่ยในช่วงเวลา 00.00 ถึง 00.15 ของแต่ละวัน โดยข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่นำมาวิเคราะห์ประกอบด้วย ข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของวันทำงานและวันอาทิตย์ ตัวอย่างข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2555 - 2562 ของกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยดังแสดงในรูปที่ 1 ถึง 4 โดยในรูปที่ 1 และ 2 แสดงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือนในวันทำงานและวันอาทิตย์ตามลำดับ สำหรับรูปที่ 3 และ 4 แสดงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในวันทำงานและพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในวันอาทิตย์ของบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือนตามลำดับ โดยแกน x แสดงช่วงเวลาในการใช้ไฟฟ้า สำหรับแกน y แสดงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) จากรูปที่ 1 ถึง 4 จะเห็นว่าหากต้องการวิเคราะห์ว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดในช่วงเวลาใด หรือน้อยที่สุดในช่วงเวลาใดนั้นทำได้ยากมาก ดังนั้นเพื่อการวิเคราะห์ที่ถูกต้องจึงใช้เทคนิคในการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีเคมีนส์ (K-means) เพื่อช่วยในการหาช่วงเวลาที่กลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยมีพฤติกรรมใช้ไฟฟ้ามากที่สุด พฤติกรรมใช้ไฟฟ้ามาก พฤติกรรมใช้ไฟฟ้าปานกลาง พฤติกรรมใช้ไฟฟ้าน้อย และพฤติกรรมใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด อยู่ในช่วงเวลาใด

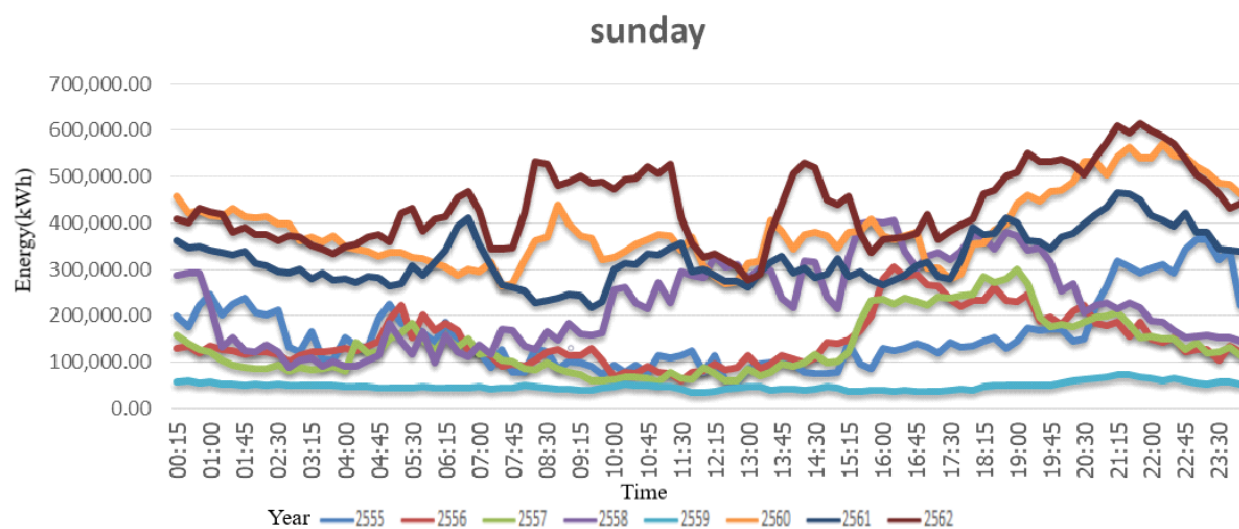
เริ่มต้นผู้วิจัยได้ทำการทำความสะอาดข้อมูล หลังจากนั้นได้ทำการการบรรทัดฐานข้อมูลโดยใช้การแปลงซี (z transform) ขั้นตอนต่อไปได้ทำการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีเคมีนส์ (K-means) ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการโดยกำหนดให้ k เท่ากับจำนวนกลุ่มที่ต้องการจัดกลุ่ม เนื่องจากผู้วิจัยต้องการทราบพฤติกรรมลักษณะการใช้ไฟฟ้าใน 5 ลักษณะคือ พฤติกรรมใช้ไฟฟ้ามากที่สุด พฤติกรรมใช้ไฟฟ้ามาก พฤติกรรมใช้ไฟฟ้าปานกลาง พฤติกรรมใช้ไฟฟ้าน้อย พฤติกรรมใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 กลุ่ม ($k=5$)

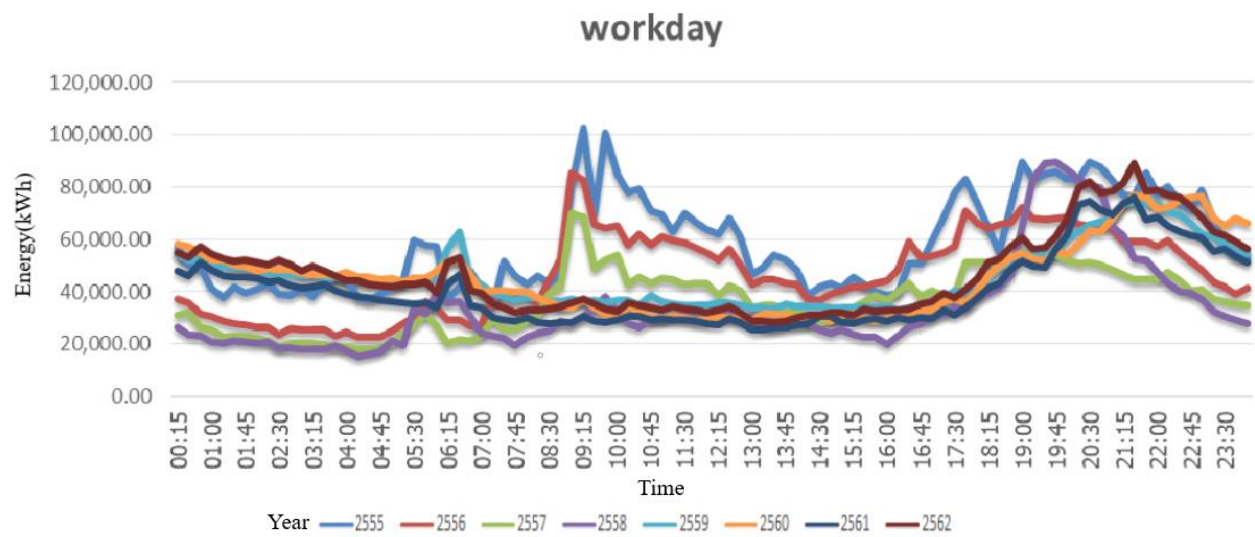
2. คำนวณค่าเซนทรอยด์ (Centroid) ในแต่ละกลุ่ม ในงานวิจัยนี้ทำการคำนวณค่าเซนทรอยด์จากค่าเฉลี่ยของสมาชิกในกลุ่ม



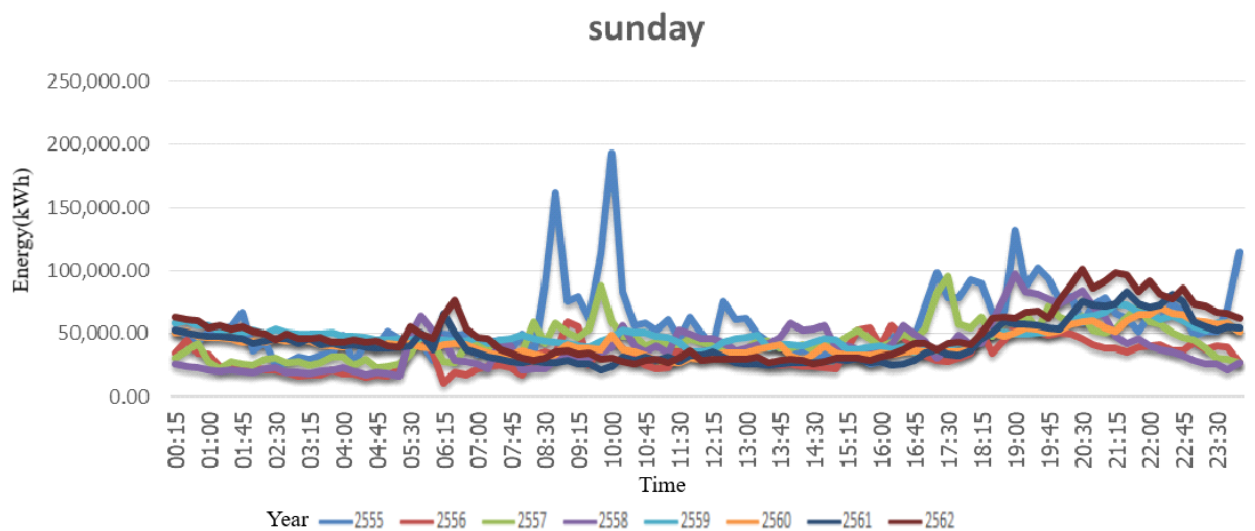
รูปที่ 1 พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในวันทำงานช่วงปี พ.ศ. 2555 - 2562 ของกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือน



รูปที่ 2 พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในวันอาทิตย์ช่วงปี พ.ศ. 2555 - 2562 ของกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือน



รูปที่ 3 พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในวันทำงานช่วงปี พ.ศ. 2555 - 2562 ของกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือน



รูปที่ 4 พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในวันอาทิตย์ช่วงปี พ.ศ. 2555 - 2562 ของกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือน

3. จัดกลุ่มข้อมูลใหม่โดยพิจารณาจากค่าความใกล้ชิดหรือระยะห่างของข้อมูลในกลุ่มกับตัวแทนของกลุ่มต่าง ๆ ว่าข้อมูลนั้นสมควรที่จะอยู่กลุ่มใด โดยใช้มาตรวัดระยะห่างแบบยูคลิด (Euclidean Distance)

มาตรวัดระยะห่างแบบยูคลิด (Euclidean Distance) เป็นการคำนวณระยะห่างระหว่างสองจุดใด ๆ จากปริภูมิ $R^n \rightarrow R$ เมื่อกำหนดให้

$$X \text{ แทน ข้อมูลชุดที่ 1 โดยที่ } X = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_m]$$

$$Y \text{ แทน ข้อมูลชุดที่ 2 โดยที่ } Y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_m]$$

$$d_{X,Y} \text{ แทน ระยะห่างระหว่างข้อมูล } X \text{ และ } Y$$

$$\text{จะได้สูตรการคำนวณระยะห่างแบบยูคลิด ดังนี้ } d_{X,Y} = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - y_i)^2}$$

4. ทำการปรับปรุงการจัดกลุ่มโดยย้อนกลับไปทำข้อ 2 และจะหยุดเมื่อข้อมูลสมาชิกในกลุ่มแต่ละกลุ่มนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว

ในงานวิจัยนี้จะทำการจัดกลุ่มของข้อมูลทั้งหมด 4 ชุดข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์คือ

1. พิจารณากลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือนในชุดข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในวันทำงาน

2. พิจารณากลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือนในชุดข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในวันอาทิตย์

3. พิจารณากลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือนในชุดข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในวันทำงาน

4. พิจารณากลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือนในชุดข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในวันอาทิตย์

ผลการจัดกลุ่มข้อมูล

จากการจัดกลุ่มข้อมูลพบว่า กลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ในวันทำงานนั้นจะมีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด ในช่วงเวลา 20.45 น. - 22.45 น. ใช้ไฟฟ้ามากในช่วงเวลา 18.30 น. - 20.30 น. และ 23.00 น. - 00.15 น. ใช้ไฟฟ้าปานกลางในช่วงเวลา 06.30 น. - 06.45 น. และ 13.15 น. - 14.45 น. และ 08.15 น. - 11.30 น. ใช้ไฟฟ้าน้อย 00.30 น. - 06.15 น. และ 15.00 น. - 18.15 น. ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุดในช่วงเวลา 07.00 น. - 08.00 น. และ 11.45 น. - 13.00 น. ดังแสดงในตารางที่ 1 และมีค่าเซนทรอยด์ของแต่ละกลุ่มคือ 454,384.59 kWh, 356,579.23 kWh, 301,181.52 kWh, 241,383.73 kWh และ 192,649.05 kWh ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 สำหรับวันอาทิตย์ มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดในช่วงเวลา 20.45 น. - 22.45 น. ใช้ไฟฟ้ามากในช่วงเวลา 10.00 น. - 11.15 น. และ 13.45 น. - 15.15 น. และ 18.15 น. - 20.30 น. และ 23.00 น. - 00.00 น. ใช้ไฟฟ้าปานกลางในช่วงเวลา 08.00 น. - 09.45 น. และ 11.30 น. - 13.30 น. ใช้ไฟฟ้าน้อยในช่วงเวลา 05.00 น. - 07.45 น. และ 15.30 น. - 18.00 น. ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุดในช่วงเวลา 00.15 น. - 04.45 น. ดังแสดงใน ตารางที่ 1 และมีค่าเซนทรอยด์ของแต่ละกลุ่มคือ 499,098.19 kWh, 356,489.29 kWh, 304,355.16 kWh, 240,301.94 kWh และ 181,824.40 kWh ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าจำแนกตามพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าสำหรับกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือน

พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า	ช่วงเวลาสำหรับวันทำงาน	ช่วงเวลาสำหรับวันอาทิตย์
ใช้ไฟฟ้ามากที่สุด	20.45 น. - 22.45 น.	20.45 น. - 22.45 น.
ใช้ไฟฟ้ามาก	18.30 น. - 20.30 น. และ 23.00 น. - 00.15 น.	10.00 น. - 11.15 น. และ 13.45 น. - 15.15 น. และ 18.15 น. - 20.30 น. และ 23.00 น. - 00.00 น.
ใช้ไฟฟ้าปานกลาง	06.30 น. - 06.45 น. และ 13.15 น. - 14.45 น. และ 08.15 น. - 11.30 น.	08.00 น. - 09.45 น. และ 11.30 น. - 13.30 น.
ใช้ไฟฟ้าน้อย	00.30 น. - 06.15 น. และ 15.00 น. - 18.15 น.	05.00 น. - 07.45 น. และ 15.30 น. - 18.00 น.
ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด	07.00 น. - 08.00 น. และ 11.45 น. - 13.00 น.	00.15 น. - 04.45 น.

ตารางที่ 2 ค่าเซนทรอยด์จำแนกตามพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าสำหรับกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือน

พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า	ค่าเซนทรอยด์สำหรับวันทำงาน (kWh)	ค่าเซนทรอยด์สำหรับวันอาทิตย์(kWh)
ใช้ไฟฟ้ามากที่สุด	454,384.59	499,098.19
ใช้ไฟฟ้ามาก	356,579.23	356,489.29
ใช้ไฟฟ้าปานกลาง	301,181.52	304,355.16
ใช้ไฟฟ้าน้อย	241,383.73	240,301.94
ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด	192,649.05	181,824.40

สำหรับกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ในวันทำงานนั้นจะมีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดในช่วงเวลา 18.45 น. – 22.30 น. ใช้ไฟฟ้ามากในช่วงเวลา 08.45 น. – 09.00 น. และ 17.45 น. – 18.30 น. และ 22.45 น. – 23.30 น. ใช้ไฟฟ้าปานกลางในช่วงเวลา 23.45 น. – 00.45 น. และ 09.15 น. – 10.45 น. และ 17.15 น. – 17.30 น. ใช้ไฟฟ้าน้อย 01.00 น. - 04.00 น. และ 05.15 น. - 06.45 น. และ 11.00 น. – 13.00 น. และ 16.15 น. – 17.00 น. ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุดในช่วงเวลา 04.15 น. – 05.00 น. และ 07.00 น. – 08.30 น. และ 13.15 น. – 16.00 น. ดังแสดงในตารางที่ 3 และมีค่าเซนทรอยด์ของแต่ละกลุ่มคือ 65,395.48 kWh, 59,884.27 kWh, 48,422.89 kWh, 38,900.53 kWh และ 28,533.80 kWh ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 สำหรับวันอาทิตย์ มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดในช่วงเวลา 18.45 น. – 21.45 น. ใช้ไฟฟ้ามากในช่วงเวลา 09.45 น. – 10.15 น. และ 18.15 น. – 18.30 น. และ 22.00 น. – 22.45 น. ใช้ไฟฟ้าปานกลางในช่วงเวลา 22.00 น. - 00.45 น. และ 05.30 น. - 06.00 น. และ 08.30 น. – 09.15 น. และ 16.45 น. – 18.30 น. ใช้ไฟฟ้าน้อยในช่วงเวลา 01.00 น. - 01.45 น. และ 06.15 น. – 06.45 น. และ 09.30 น. ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุดในช่วงเวลา 02.00 – 05.15 น. และ 07.00 น. – 08.15 น. และ 10.30 น. – 16.30 ดังแสดงใน ตารางที่ 3 และมีค่าเซนทรอยด์ของแต่ละกลุ่มคือ 69,653.51 kWh, 60,980.31 kWh, 48,638.54 kWh, 40,203.73 kWh และ 27,278.61 kWh ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าจำแนกตามพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าสำหรับกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือน

พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า	ช่วงเวลาสำหรับวันทำงาน	ช่วงเวลาสำหรับวันอาทิตย์
ใช้ไฟฟ้ามากที่สุด	18.45 น. – 22.30 น.	18.45 น. – 21.45 น.
ใช้ไฟฟ้ามาก	08.45 น. – 09.00 น. และ 17.45 น. – 18.30 น. และ 22.45 น. – 23.30 น.	09.45 น. – 10.15 น. และ 18.15 น. – 22.45 น.
ใช้ไฟฟ้าปานกลาง	23.45 น. – 00.45 น. และ 09.15 น. – 10.45 น. และ 17.15 น. – 17.30 น.	22.00 น. - 00.45 น. และ 05.30 น.- 06.00 น. และ 08.30 น. – 09.15 น. และ 16.45 น. – 18.30 น.
ใช้ไฟฟ้าน้อย	01.00 น. - 04.00 น. และ 05.15 น.- 06.45 น. และ 11.00 น. – 13.00 น. และ 16.15 น. – 17.00 น.	01.00 น. - 01.45 น. และ 06.15 น. – 06.45 น. และ 09.30 น.
ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด	04.15 น. – 05.00 น. และ 07.00 น. – 08.30 น. และ 13.15 น. – 16.00 น.	02.00 น. – 05.15 น. และ 07.00 น. – 08.15 น. และ 10.30 น. – 16.30

ตารางที่ 4 ค่าเซนทรอยด์จำแนกตามพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าสำหรับกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือน

พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า	ค่าเซนทรอยด์สำหรับวันทำงาน (kWh)	ค่าเซนทรอยด์สำหรับวันอาทิตย์(kWh)
ใช้ไฟฟ้ามากที่สุด	65,395.48	69,653.51
ใช้ไฟฟ้ามาก	59,884.27	60,980.31
ใช้ไฟฟ้าปานกลาง	48,422.89	48,638.54
ใช้ไฟฟ้าน้อย	38,900.53	40,203.73
ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด	28,533.80	27,278.61

วิเคราะห์และสรุปผล

จากการศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มข้อมูลบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือนและกลุ่มข้อมูลบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีเคมีนส์พบว่ากลุ่มข้อมูลบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ทั้งวันทำงานและวันอาทิตย์มีช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้ามากที่สุดคือ 20.45 น. - 22.45 น. โดยมีค่าเซนทรอยด์ในช่วงเวลาดังกล่าวคือ 454,384.59 (kWh) และ 499,098.19 (kWh) ตามลำดับ สำหรับกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือนนั้น ช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดคือ 18.45 น. – 22.30 น. ในวันทำงาน และ 18.45 น. – 21.45 น. ในวันอาทิตย์ และมีค่าเซนทรอยด์ในช่วงเวลาดังกล่าวคือ 65,395.48 (kWh) และ 69,653.51 (kWh) ตามลำดับ จากการพิจารณาช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดพบว่าพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของทั้งสองกลุ่มมีความสอดคล้องกันคือ จะมีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดในช่วงเวลา 20.45 น. - 21.45 น. และค่าเซนทรอยด์แสดงให้เห็นว่าในวันอาทิตย์จะมีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าวันทำงาน ช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุดของกลุ่มข้อมูลบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือนคือเวลา 07.00 น. - 08.00 น. และ 11.45 น. - 13.00 น. ใน

วันทำงาน และในช่วงเวลา 07.15 น.-12.15 น.ในวันอาทิตย์ โดยมีค่าเซนทรอยด์ในช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุดคือ 192,649.05 (kWh)ในวันทำงาน และ 181,824.40 (kWh) ในวันอาทิตย์ สำหรับกลุ่มข้อมูลบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือน คือช่วงเวลา 04.15 น. – 05.00 น. และ 07.00 น. – 08.30 น. และ 13.15 น. – 16.00 น. ในวันทำงาน และในช่วงเวลา 02.00 น. – 05.15 น. และ 07.00 น. – 08.15 น. และ 10.30 น. –16.30 ในวันอาทิตย์ โดยมีค่าเซนทรอยด์ในช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุดคือ 28,533.80 (kWh)ในวันทำงาน และ 27,278.61 (kWh) ในวันอาทิตย์ ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าต่ำที่สุดของทั้งสองกลุ่มข้อมูล ในวันทำงานมีความสอดคล้องกันคือ มีการใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุดในช่วงเวลา 07.00 น. - 08.00 น.สำหรับวันอาทิตย์ได้มีความสอดคล้องกันในช่วงเวลา 02.00 น. - 04.45 น. จากข้อสรุปดังกล่าวพบว่าในช่วงเวลา 20.45 น. - 21.45 น. มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดของกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยทั้งสองกลุ่มทั้งในวันทำงานและวันอาทิตย์ สำหรับสาเหตุที่มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดของกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยในช่วงเวลาดังกล่าวผู้วิจัยมีความเห็นว่าเนื่องจาก มีการใช้ไฟฟ้าเพื่อแสงส่องสว่าง รวมทั้งการใช้งานโทรทัศน์และเครื่องปรับอากาศ ดังนั้น ควรณรงค์ที่จะปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟในช่วงดังกล่าว ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต ผู้วิจัยเห็นว่าควรศึกษาข้อมูลผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มอื่น ๆ อาทิเช่น กลุ่มกิจการขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และ ขนาดกลาง นอกจากนี้ควรขยายกลุ่มตัวอย่างข้อมูลเป็นทั่วประเทศไทย และค้นหาสาเหตุที่ทำให้มีการใช้ไฟฟ้าสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูลเพื่อหาแนวทางกำหนดมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งนำผลการวิเคราะห์ช่วยในการพิจารณาอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU Rate) สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละกลุ่มและแต่ละช่วงเวลา

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากเงินอุดหนุนทุนวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

เอกสารอ้างอิง

- Ali, S., Taweekun, J., Techato, K., Waewsak, J., & Gyawali, S. (2019). GIS based site suitability assessment for wind and solar farms in Songkhla, Thailand. *Renewable Energy*, 132, 1360-1372.
- Chang, B., & Starcher, K. (2019) Evaluation of wind and solar energy investments in Texas. *Renewable Energy*, 132, 1348-1359.
- Damari, Y., & Kissinger, M. (2018). An integrated analysis of households' electricity consumption in Israel. *Energy Policy*, 119, 51-58.
- Kasirawat, T., Boonsiri, P., & Saksornchai, T. (2017). PEA microgrid design for coexistence with local community and environment: Case study at Khun pae village Thailand. In 2017 *IEEE Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT-Asia)* (pp. 1-5). IEEE
- Ma, H., Lai, J., Li, C., Yang, F., & Li, Z. (2019). Analysis of school building energy consumption in Tianjin, China. *Energy Procedia*, 158, 3476-3481.
- Moran, A., & Fuertes, J. J. (2013). Analysis of electricity consumption profiles in public buildings with dimensionality reduction techniques. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26 (8), 1872-1880.
- Nadimi, R., & Tokimatsu, K. (2018). Modeling of quality of life in terms of energy and electricity consumption. *Applied Energy*, 212, 1282-1294.

- Ouf, M., Issa, M., & Merkel, P. (2016). Analysis of real-time electricity consumption in Canadian school buildings. *Energy and Buildings*, 128, 530-539.
- Thongyai, N., & Assawamartbunlue, K. (2017). Wind atlas of Chanthaburi and Trat provinces, Thailand. *Energy Procedia*, 141, 389-393.