

การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือน
กรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

A Monthly Forecast of Electricity Consumption for Various Types of Businesses; Case Study: Muang District, Nakhon Ratchasima Province

ญาดา พรภักดี^{1*} อนุชา กล้าน้อย¹ และมงคล ลิลาไพบูลย์¹

Yada Pornpakdee^{1*} Anucha Klamnoi¹ and Mongkol Leelaphaibon¹

Received: October 17, 2021; Revised: December 10, 2021; Accepted: December 10, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า กิจการเฉพาะรายรายเดือน กรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงาน สถิติจังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 จำนวน 90 ค่า โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 จำนวน 78 ค่า เพื่อนำมาสร้างตัวแบบ โดยในงานวิจัยนี้ใช้ตัวแบบการพยากรณ์ 3 ตัวแบบ คือ ตัวแบบอาร์มา ตัวแบบวินเทอร์เชิงคูณ และตัวแบบแยกส่วนประกอบ สำหรับข้อมูลชุดที่ 2 ใช้ในการเปรียบเทียบและ ตรวจสอบความแม่นยำ เพื่อคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 จำนวน 12 ค่า และเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่า ความคลาดเคลื่อนของ การพยากรณ์ของแต่ละตัวแบบนั้นคือ เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และ เกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบอาร์มาเหมาะสม กับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้ากิจการเฉพาะราย โดยเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้า มากที่สุดถึง 3,397,843.30 กิโลวัตต์/ชั่วโมง และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำที่สุด เท่ากับ 2,539,831.42 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

คำสำคัญ : การพยากรณ์; ตัวแบบอาร์มา; ตัวแบบวินเทอร์เชิงคูณ; ตัวแบบแยกส่วนประกอบ; ปริมาณการใช้ไฟฟ้า

¹ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

¹ Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima

* Corresponding Author E - mail Address: yada.po@rmuti.ac.th

Abstract

The purpose of this research is to study and compare forecasting methods for forecasting monthly electricity consumption for specific businesses. The case study will focus on businesses in Muang District, Nakhon Ratchasima Province. Data from the Nakhon Ratchasima Provincial Statistical office was used. The data was collected from January 2013 to June 2020 in the amount of 90 values. The researcher divided the data into 2 sets, the first data set from January 2013 to June 2019, 78 values. Three forecast models were used in this research: the ARIMA model, the Multiplicative Winter model, and the Decomposition model. The second data set was used to compare and verify the accuracy. To select the most suitable from July 2019 to June 2020, 12 values and the criteria used to compare the forecast error of each model, that is Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Root Mean Square Error (RMSE). The results of the study showed that the ARIMA model is suitable for forecasting specific business electricity consumption. The highest electricity consumption will be 3,397,843.30 KW/hour, in March 2021 and the lowest electricity consumption, will equal 2,539,831.42 KW/hour, in December 2021.

Keywords: Forecasting; ARIMA Model; Multiplicative Winter Model; Decomposition Model; Electricity Consumption

บทนำ

ปัจจุบันไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตประจำวันและเป็นปัจจัยพื้นฐานในการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ การเพิ่มผลผลิต ทั้งทางด้านการค้าและทางด้านการพาณิชย์ การกระจายรายได้ การสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยการเพิ่มของจำนวนประชากรและการขยายตัวของเศรษฐกิจได้ดำเนินไปตลอดเวลา ทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้ามีมากขึ้นตามไปด้วย นับตั้งแต่เริ่มมีการสร้างถนนและทางรถไฟ เพื่อยกระดับการคมนาคมขนส่งของภาครัฐ เช่น ถนนวงแหวนรอบเมือง นครราชสีมา (ทางหลวงหมายเลข 290) รถไฟฟ้าความเร็วสูงไทยจีน (กรุงเทพมหานคร - นครราชสีมา) เป็นต้น จังหวัดนครราชสีมาถือเป็นอันดับต้น ๆ ของภาคที่กำลังเป็นเมืองเปิดที่พร้อมรองรับการขยายตัวและโครงการขนาดใหญ่อีกหลายโครงการ จึงทำให้เหล่านักลงทุนทั้งภาครัฐ เอกชน และรัฐวิสาหกิจได้เข้ามาขว้างซื้อที่ดินและเข้ามาลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานอย่างถนนและทางรถไฟ รวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวกสบายอย่างห้างสรรพสินค้าปลั๊กส่งยักษ์ใหญ่และด้านอสังหาริมทรัพย์ [1]

เนื่องจากจังหวัดนครราชสีมาเป็นเมืองที่มีพื้นที่มากที่สุดในประเทศไทยและมีจำนวนประชากรมากเป็นอันดับ 2 ของประเทศ [2] จะเห็นได้จากการเพิ่มของจำนวนประชากรและการขยายตัวของเศรษฐกิจได้ดำเนินไปตลอดเวลา ในช่วงระยะเวลา 1 - 2 ปีมานี้ พบว่าในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มีการเติบโตทางด้านที่อยู่อาศัย ธุรกิจ และโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้นตามไปด้วย [3] ดังนั้นสิ่งเหล่านี้ถือเป็น

สาธารณูปโภคและบริโภคที่ต้องใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนกระบวนการผลิต ซึ่งพลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตประจำวันและเป็นสิ่งสำคัญพื้นฐานในการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ แต่เนื่องจากไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ไม่สามารถกักเก็บได้เหมือนถ่านหินหรือน้ำมัน [4] ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ทั้งนี้ถ้าการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ต่ำกว่าความเป็นจริงจะส่งผลให้ไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค เกิดปัญหาไฟตกและไฟดับ ซึ่งส่งผลกระทบต่อโรงงานอุตสาหกรรม ธุรกิจและบริการรวมถึงบ้านเรือนของประชาชนในจังหวัด [5] แต่ถ้าหากพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าความเป็นจริงจะทำให้มีการวางแผนผลิตพลังงานไฟฟ้าที่มากเกินไป [6] ทำให้เกิดผลเสียตามมาคือ รัฐบาลจะต้องสิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดหาเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงเกินความจำเป็น โดยการจัดทำค่าพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะมีความน่าเชื่อถือต้องอาศัยวิธี การพยากรณ์ที่มีความแม่นยำ หากนำเทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลามาช่วยพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือน กรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ได้ก็จะทำให้ทราบถึงแนวโน้มความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต

ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบ SARIMA และตัวแบบการถดถอยที่มีความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแบบ ARIMA โดยใช้ข้อมูลรายเดือน ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย คือ ตัวแบบการถดถอยที่มีความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแบบ ARIMA (2,(6,20)) โดยตัวแบบที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ล่วงหน้าเมื่อวัดด้วยค่า MAPE ค่าที่สุดเท่ากับ 1.7898 % [7] นอกจากนี้ได้มีการพยากรณ์ปริมาณหน่วยจำหน่ายไฟฟ้าจังหวัดพิษณุโลก ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาคือ ข้อมูลปริมาณหน่วยจำหน่ายไฟฟ้ารายเดือน โดยศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลท์วินเทอร์เชิงคูณและวิธีบอกซ์-เจนกินส์ และเปรียบเทียบตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) น้อยที่สุด ผลการศึกษาพบว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการพยากรณ์ปริมาณหน่วยจำหน่ายไฟฟ้ามีตัวแบบ ARIMA (1,1,1)(0,1,1)₁₂ [8] การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในจังหวัดนครพนม ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาคือ ข้อมูลปริมาณหน่วยจำหน่ายไฟฟ้ารายเดือน โดยงานวิจัยนี้ใช้วิธีการพยากรณ์ 6 วิธี คือ 1) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 2) วิธีแนวโน้มเชิงเส้น 3) วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย 4) วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์ 5) วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์ 6) วิธีแยกส่วนประกอบ และเปรียบเทียบตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) น้อยที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ การพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ จากรูปแบบดังกล่าว นำมาคำนวณหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า 3 เดือน 6 เดือน 9 เดือน พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 9 เดือน [9] และการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าพบว่าการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีกับตัวแบบ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเทอร์ วิธีการพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์แบบฤดูกาล และวิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้ข้อมูลรายเดือนของมหาวิทยาลัย ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบการพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์แบบมีฤดูกาลเป็นตัวแบบที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำที่สุด ดังนั้นตัวแบบวิธีการพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์แบบฤดูกาล จึงเป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด [10]

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจและต้องการที่จะพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือน กรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โดยการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ 3 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบอาร์มา ตัวแบบวินเทอร์ และตัวแบบวิธีการแยกส่วนประกอบ เพื่อทำการคัดเลือกตัวแบบที่ดีที่สุด โดยผลที่ได้จากการพยากรณ์มีประโยชน์คือ ทำให้ทราบแนวโน้มปริมาณการใช้ไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในอนาคตและนำค่าพยากรณ์ที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการวางแผนการผลิตและการก่อสร้างระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อรองรับการเติบโตและการพัฒนาทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นในอนาคตต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือน กรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน จากสำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 จำนวน 90 ค่า ได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 จำนวน 78 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 3 วิธี ที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด ได้แก่ วิธีบอซซ์-เจนกินส์ วิธีวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 จำนวน 12 ค่า สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำ (Accuracy) ของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด โดยแบ่งวิธีการสร้างตัวแบบออกเป็น 3 วิธี พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ได้แก่ Microsoft Excel, SPSS และ EViews แสดงรายละเอียดได้ดังนี้

1. ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอซซ์-เจนกินส์

วิธีการพยากรณ์ ARIMA เป็นวิธีการพยากรณ์ของบอซซ์-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบอาร์มามีชื่อเต็มว่า Autoregressive Integrated Moving Average วิธีนี้เป็นวิธีการเลือกตัวแบบเพื่อใช้ในการพยากรณ์ จากการนำอนุกรมเวลามาพิจารณารูปกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) และตัวแบบที่ได้จะมีได้มากกว่า 1 ตัวแบบ โดยอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ นั่นคือ มีค่าเฉลี่ยคงที่และความแปรปรวนคงที่ หากอนุกรมเวลาไม่มีลักษณะคงที่อาจจะเป็นข้อมูลที่มีแนวโน้มหรือความผันแปรตามฤดูกาลต้องทำให้ข้อมูลนั้นมีลักษณะคงที่ก่อน โดยการหาผลต่างหรือการเปลี่ยนแปลง โดยลอการิทึม [11] ซึ่งตัวแบบอาร์มา $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_{s=12}$ สามารถแสดงตัวแบบได้ดังสมการที่ (1)

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^S)(I-B)^d(I-B^L)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)\varepsilon_t \quad (1)$$

เมื่อ $\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$ แทน ตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ (Non - Seasonal Autoregressive Operator of Order p: AR(p))

$\phi_p(B^S) = (1 - \phi_1 B^S - \phi_2 B^{2S} - \dots - \phi_p B^{pS})$ แทน ตัวดำเนินการสลับพันธิ์ในตัวเอง
แบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (Seasonal Autoregressive Operator of Order P : SAR(P))

$(1-B)^d$ แทน ลำดับที่ d ของการหาผลต่างไม่มีฤดูกาล

$(1-B^S)^D$ แทน ลำดับที่ D ของการหาผลต่างมีฤดูกาล

$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$ แทน ตัวดำเนินการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มี
ฤดูกาลอันดับที่ q (Non - Seasonal Moving Average Operator of Order q : MA(q))

$\Theta_Q(B^S) = (1 - \Theta_1 B^S - \Theta_2 B^{2S} - \dots - \Theta_Q B^{QS})$ แทน ตัวดำเนินการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
แบบมีฤดูกาลอันดับที่ Q (Seasonal Moving Average Operator of Order Q : SMA(Q))

$\delta = \mu \phi_p(B) \Phi_Q(B^S)$ แทน ค่าคงที่ โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่มีลักษณะ
คงที่ (Stationary)

Y_t แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา t

t แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n

n แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมชุดที่ 1

S แทน จำนวนฤดูกาล

B แทน ตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) เมื่อ $B^S Y_t = Y_{t-S}$

ε_t แทน อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกันด้วย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

2. ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์

วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ เป็นวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์ระยะสั้นจนถึงปานกลางเป็น
วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวทั้งจากแนวโน้มและส่วนประกอบของฤดูกาล ทั้งนี้ไม่จำกัดว่า
จะเป็นตัวแบบฤดูกาล เชิงบวกหรือตัวแบบฤดูกาลเชิงคูณ โดยตัวแบบพยากรณ์อาจอยู่ในรูปแบบบวก
หรือรูปแบบคูณขึ้นอยู่กับลักษณะการกระจายของอนุกรมเวลา [12] สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการปรับ
ให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของวินเทอร์แบบคูณ เนื่องจากอนุกรมเวลาปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับ
บ้านที่อยู่อาศัยรายเดือนกรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ของข้อมูลชุดที่ 1 ในช่วงเดือน
มกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 มีความผันแปรตามฤดูกาลตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป
ดังสมการที่ (2) และสมการที่ (3)

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) S_t \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\hat{Y}_{t+m} = \begin{cases} (a_t + b_t(m)) \hat{S}_t & ; t \leq S \\ (a_t + b_t(m)) \hat{S}_{t-S+m} & ; t > S \end{cases} \quad (3)$$

เมื่อ Y_t แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา t
 β_0 , β_1 และ S_t แทน พารามิเตอร์ของตัวแบบแสดงระยะตัดแกน ความชันของแนวโน้ม
 และความผันแปรตามฤดูกาล ตามลำดับ

$\hat{Y}_{t+m}$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ m แทน จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการ
 พยากรณ์ไปข้างหน้า

a_t , b_t และ $\hat{S}_t$ แทน ค่าประมาณ ณ เวลาที่ t ของพารามิเตอร์ β_0 , β_1 และ S_t ตามลำดับ

$$a_t = \begin{cases} \alpha \frac{Y_t}{\hat{S}_t} + (1-\alpha)[a_{t-1} + b_{t-1}] & ; t \leq S \\ \alpha \frac{Y_t}{\hat{S}_{t-S}} + (1-\alpha)[a_{t-1} + b_{t-1}] & ; t > S \end{cases}$$

$$b_t = \gamma[a_t - a_{t-1}] + (1-\gamma)b_{t-1}$$

$$\hat{S}_t = \delta \left(\frac{Y_t}{a_t} \right) + (1-\delta)\hat{S}_{t-S}$$

เมื่อ
 α , γ และ δ แทน ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าระดับ ความชัน และฤดูกาล โดยมีค่าอยู่
 ระหว่าง 0 ถึง 1

t แทน ช่วงเวลาซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_t โดยที่ n_t แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1
 S แทน จำนวนฤดูกาล

3. ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

วิธีแยกส่วนประกอบเป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่เน้นการแยกแต่ละส่วนประกอบของ
 อนุกรมเวลาออกจากกันและอธิบายแต่ละส่วนประกอบในเทอมของสมการแต่ละส่วนประกอบที่แยกออก
 มาได้จะทำให้เห็นลักษณะ การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาแต่ละส่วนอย่างชัดเจน สำหรับการวิจัยครั้งนี้
 จะสร้างตัวแบบโดยวิธีสัดส่วนกับค่าแนวโน้มฤดูกาลแบบคูณ [13] เนื่องจากอนุกรมเวลาปริมาณการใช้ไฟฟ้า
 สำหรับบ้านที่อยู่อาศัยรายเดือนกรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ของข้อมูลชุดที่ 1
 ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 มีความผันแปรตามฤดูกาลตามเวลา
 ที่เปลี่ยนแปลงไป ตัวแบบดังสมการที่ (4) และสมการที่ (5)

$$Y_t = \beta_0 \beta_1^t S_t \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\hat{Y}_t = b_0 b_1^t \hat{S}_t \quad (5)$$

เมื่อ

 Y_t แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา t

β_0, β'_t และ S_t แทน พารามิเตอร์ของตัวแบบแสดงระยะตัดแกน ความชันของแนวโน้ม และความผันแปรตามฤดูกาล ตามลำดับ

 ε_t แทน อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อน $\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t b_0, b'_t และ S_t แทน ค่าประมาณ ณ เวลาที่ t ของพารามิเตอร์ β_0, β'_t และ S_t ตามลำดับ t แทน ช่วงเวลาซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_t โดยที่ n_t แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

4. เกณฑ์การวัดความแม่นยำของการพยากรณ์

เกณฑ์การวัดความแม่นยำของการพยากรณ์จะใช้หาความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นระหว่างค่าจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ โดยค่าความคลาดเคลื่อนจะต้องมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้เกณฑ์ MAPE เนื่องจากเป็นตัวชี้วัดที่สามารถเปรียบเทียบค่าให้อยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (6)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100 \quad (6)$$

เมื่อ

 Y_t แทน ค่าจริงของอนุกรมเวลา ณ เวลา t $\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t n แทน จำนวนข้อมูลที่นำมาพยากรณ์

เกณฑ์ RMSE เป็นวิธีการวัดค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นระหว่างค่าจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ หากค่า RMSE มีค่าน้อยแสดงว่าแบบจำลองสามารถประมาณค่าใกล้เคียงกับค่าจริงซึ่งหน่วยค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จะมีค่าหน่วยเดียวกับค่าพยากรณ์ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (7)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}} \quad (7)$$

เมื่อ

 Y_t แทน ค่าจริงของอนุกรมเวลา ณ เวลา t $\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t n แทน จำนวนข้อมูลที่นำมาพยากรณ์

ผลการทดลอง

1. ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 สำหรับปริมาณการใช้ไฟฟ้าบ้านที่อยู่อาศัยรายเดือนกรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 จำนวน 78 ค่า พบว่าอนุกรมเวลาของชุดข้อมูลมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่มีความผันแปรตามฤดูกาลเพิ่มขึ้นตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปจากกราฟ ACF และ PACF ดังรูปที่ 1 พบว่าอนุกรมเวลายังไม่คงที่ ดังนั้นจึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Natural Log 1 ครั้ง ($d = 0, D = 1, s = 12$) ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้วดังรูปที่ 2 ซึ่งพบว่า อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบแรกของการพยากรณ์โดยพิจารณาจากกราฟพร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ดังตารางที่ 1 โดยพารามิเตอร์ทุกตัวให้ค่า Sig. < 0.05 และค่าสถิติ Ljung - Box Q ของตัวแบบมีความเหมาะสม ดังนั้นตัวแบบที่ดีที่สุดคือ ARIMA (0, 0, 1) (0, 1, 1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงที่ เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีคุณสมบัติครบทุกข้อตามทฤษฎี นั่นคือ การแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.047, p-value = 0.200) ความเป็นอิสระกัน (Runs - Test = 0.000, p-value = 1.000) ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ ($t = -0.580$, p-value = 0.564) และความแปรปรวนคงที่ (Levene' s = 1.856, p-value = 0.067) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการพยากรณ์ได้ดังสมการที่ (8)

$$\begin{aligned}\phi_p(B)\Phi_p(B^L)(I-B)^d(I-B^L)^DY_t &= \delta + \theta_q(B)\Theta_q(B^L)\varepsilon_t \\ (I-B^L)^DY_t &= \theta_q(B)\Theta_q(B^L)\varepsilon_t \\ (I-B^L)^DY_t &= (I-\theta_1B)(I-\Theta_1(B^L))\varepsilon_t \\ (I-B^{12})Y_t &= (I-\theta_1B)(I-\Theta_1(B^{12}))\varepsilon_t \\ (I-B^{12})Y_t &= (I-\Theta_1B^{12}-\theta_1B+\theta_1\Theta_1B^{13})\varepsilon_t \\ Y_t &= \Theta_1\varepsilon_{t-12}\theta_1\varepsilon_{t-1} + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-13} + Y_{t-12} + \varepsilon_t\end{aligned}\quad (8)$$

เมื่อแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จากตารางที่ 1 จะได้สมการพยากรณ์ดังสมการที่ (9)

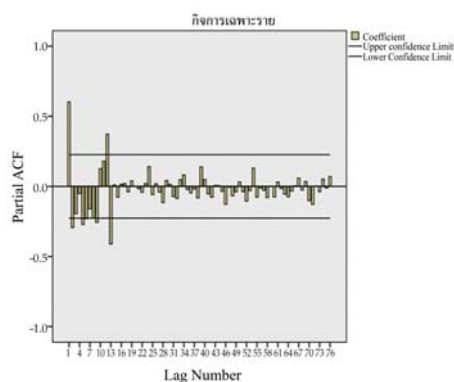
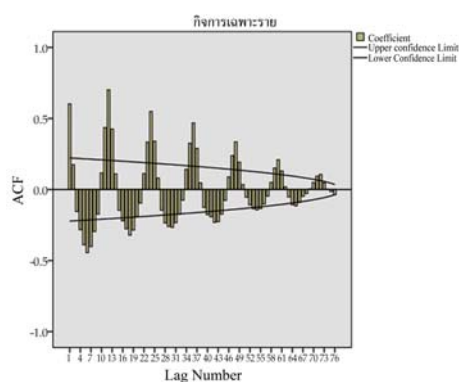
$$\hat{Y}_t = 0.885e_{t-12} - 0.473e_{t-1} + (0.473)(0.885)e_{t-13} + Y_{t-12} + \varepsilon_t \quad (9)$$

เมื่อ

$\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_{t-j} แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา $t-j$

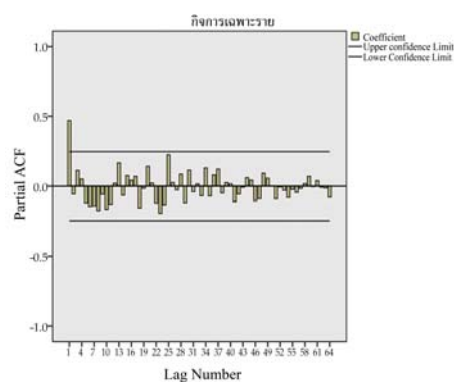
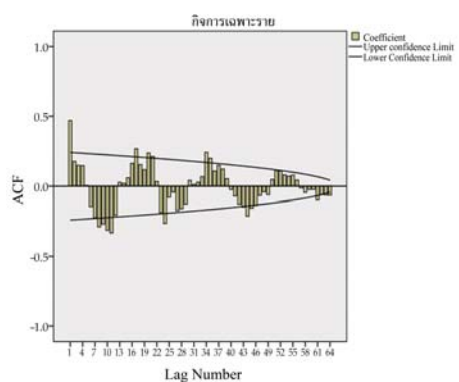
e_t แทน ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t



(ก) กราฟสหสัมพันธ์ในตัวเอง ACF

(ข) กราฟสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน PACF

รูปที่ 1 กราฟสหสัมพันธ์ที่ยังไม่ได้ทำการแปลงข้อมูล



(ก) กราฟสหสัมพันธ์ในตัวเอง ACF

(ข) กราฟสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน PACF

รูปที่ 2 กราฟสหสัมพันธ์หลังจากการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Natural Log

ตารางที่ 1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติ Ljung-Box Q ของตัวแบบ ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)s

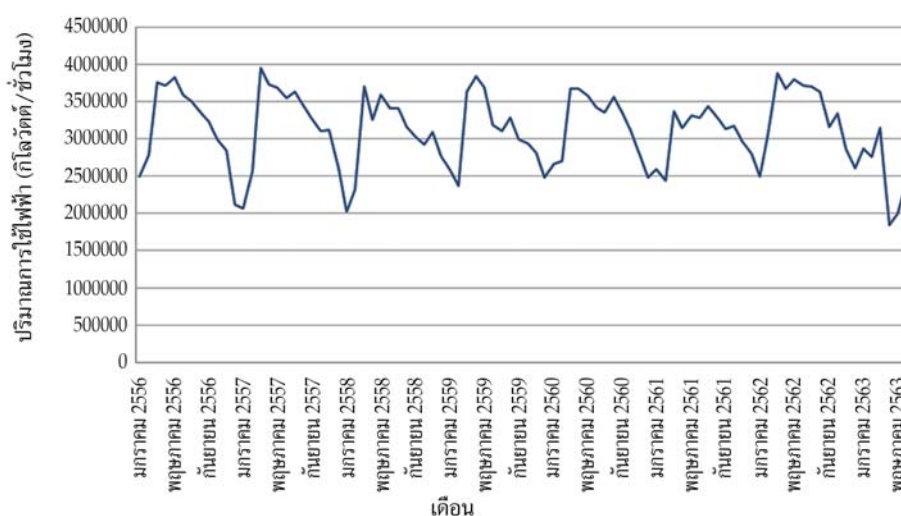
ค่าประมาณพารามิเตอร์		ARIMA (1,0,1)(0,1,1)	ARIMA (0,0,1)(0,1,1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่
ค่าคงที่	ค่าประมาณ	0.003	-
	p-value	0.683	-
NS $AR(1): \phi_1$	ค่าประมาณ	0.264	-
	p-value	0.296	-
NS $MA(1): \phi_1$	ค่าประมาณ	-0.277	0.473
	p-value	0.259	0.000*

ตารางที่ 1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติ Ljung-Box Q ของตัวแบบ ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)s (ต่อ)

ค่าประมาณพารามิเตอร์		ARIMA (1,0,1)(0,1,1)	ARIMA (0,0,1)(0,1,1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่
$SMA(I): \Theta_I$	ค่าประมาณ	0.900	0.885
	p-value	0.079	0.046*
Q18	p-value	-	0.157

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ เมื่อนำข้อมูลชุดที่ 1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือน มาเขียนกราฟ เทียบกับเวลา เพื่อศึกษาลักษณะทั่วไปของปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนดังรูปที่ 3 พบว่า อนุกรมเวลา มีความแปรผันตามฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง เนื่องจากมีรอบของการเกิดฤดูกาลซ้ำกันในทุก ๆ ปี และในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2557 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด 3,957,783 กิโลวัตต์/ชั่วโมง และเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด 1,847,041 กิโลวัตต์/ชั่วโมง สามารถคำนวณค่าดัชนีฤดูกาลดังตารางที่ 2 เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่ามีคุณสมบัติครบทุกข้อตามทฤษฎี นั่นคือ การแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov $Z = 0.063$, p-value = 0.200) มีความเป็นอิสระ (Runs - Test = -0.352, p-value = 0.769) มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ ($t = -0.290$, p-value = 0.773) และความแปรปรวนคงที่ (Levene' s = 1.256, p-value = 0.270)



รูปที่ 3 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือนในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีฤดูกาลเชิงคุณสำหรับผู้ไฟฟ้ากิจการเฉพาะราย ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563

ปี	เดือน	ดัชนีฤดูกาล $\hat{S}_t$	ปี	เดือน	ดัชนีฤดูกาล $\hat{S}_t$
2562	กรกฎาคม	109.55	2563	มกราคม	77.56
	สิงหาคม	106.67		กุมภาพันธ์	79.08
	กันยายน	100.48		มีนาคม	117.66
	ตุลาคม	96.91		เมษายน	113.25
	พฤศจิกายน	92.80		พฤษภาคม	115.28
	ธันวาคม	82.58		มิถุนายน	108.16

3. ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

จากการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อน จากการพยากรณ์พบว่า มีคุณสมบัติครบทุกข้อตามทฤษฎี นั่นคือ การแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov $Z = 0.095$, $p\text{-value} = 0.193$) ความเป็นอิสระ (Runs - Test = -0.205, $p\text{-value} = 0.855$) ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ ($t = -0.152$, $p\text{-value} = 0.696$) และความแปรปรวนคงที่ (Levene' s = 0.784, $p\text{-value} = 0.631$) ดังนั้นตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (10)

$$\hat{Y}_t = (3,048,243)(1.001)\hat{S}_t \quad (10)$$

เมื่อ

$\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

t แทน ช่วงเวลา ณ เวลา t

$\hat{S}_t$ แทน ค่าดัชนีฤดูกาล

รายละเอียดดังตารางที่ 3 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าค่าดัชนีฤดูกาลในแต่ละเดือนมีค่าแตกต่างกัน โดยเฉพาะในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 มีค่าสูงสุดคือ 1.191 และในเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 มีค่าต่ำที่สุดคือ 0.774

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีฤดูกาลของฤดูกาลผู้ไฟฟ้ากิจการเฉพาะราย ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563

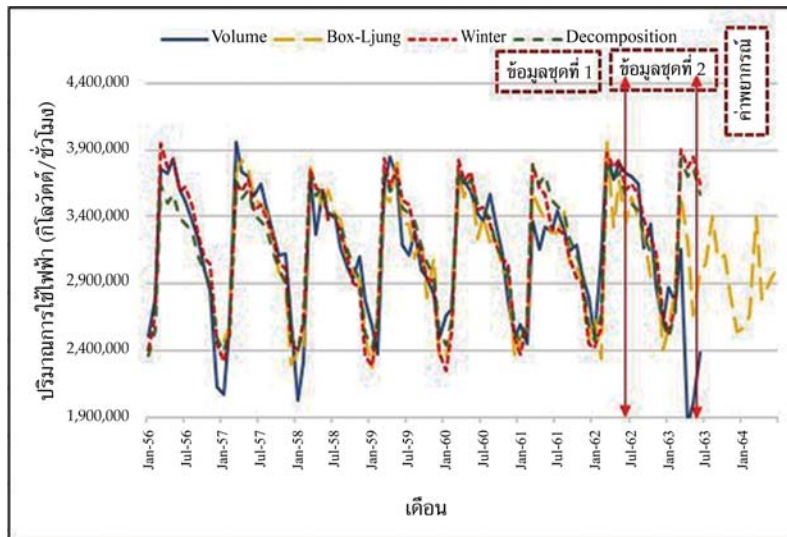
ปี	เดือน	ดัชนีฤดูกาล $\hat{S}_t$	ปี	เดือน	ดัชนีฤดูกาล $\hat{S}_t$
2562	กรกฎาคม	1.092	2563	มกราคม	0.774
	สิงหาคม	1.073		กุมภาพันธ์	0.835
	กันยายน	1.013		มีนาคม	1.191
	ตุลาคม	0.974		เมษายน	1.146
	พฤศจิกายน	0.938		พฤษภาคม	1.167
	ธันวาคม	0.810		มิถุนายน	1.106

4. ผลการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

จากตัวแบบพยากรณ์ของทั้ง 3 วิธี สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือนกรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 จำนวน 12 ค่า ได้ค่าพยากรณ์ค่า MAPE และค่า RMSE ดังตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษาวิธีบอกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่แตกต่างจากข้อมูลจริงน้อยที่สุด โดยมีค่า MAPE และ RMSE ค่าที่ต่ำที่สุด จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปพยากรณ์ต่อไป ทั้งนี้สามารถเขียนกราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือนของทั้ง 3 วิธี ดังรูปที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะราย

ปี	เดือน	ค่าจริง	วิธีการพยากรณ์		
			บอกซ์-เจนกินส์	วินเทอร์แบบคูณ	แยกส่วนประกอบ
2562	กรกฎาคม	3,702,549	3,042,249	3,649,489	3,527,502
	สิงหาคม	3,642,731	3,393,366	3,569,762	3,470,279
	กันยายน	3,166,742	3,090,108	3,371,933	3,276,275
	ตุลาคม	3,344,082	3,113,456	3,226,662	3,152,612
	พฤศจิกายน	2,869,439	2,817,678	3,128,449	3,039,702
	ธันวาคม	2,603,780	2,539,381	2,661,659	2,627,304
2563	มกราคม	2,874,657	2,574,687	2,532,303	2,510,075
	กุมภาพันธ์	2,761,011	2,665,556	2,732,141	2,710,724
	มีนาคม	3,148,709	3,397,834	3,898,834	3,869,344
	เมษายน	1,847,041	2,787,319	3,766,411	3,725,960
	พฤษภาคม	2,003,667	2,898,174	3,843,622	3,796,778
	มิถุนายน	2,387,902	2,973,873	3,644,913	3,598,369
MAPE			6.32	22.80	20.45
RMSE			500,259.21	893,023.06	866,225.64



รูปที่ 4 เปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือน สำหรับวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีวินเทอร์เชิงคุณ และวิธีการแยกส่วนประกอบ

จากรูปที่ 4 สามารถคำนวณค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือน กรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือน ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 โดยวิธีวินเทอร์เชิงคุณ

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)
2563	กรกฎาคม	3,042,249	2564	มกราคม	2,574,687
	สิงหาคม	3,393,366		กุมภาพันธ์	2,665,556
	กันยายน	3,090,108		มีนาคม	3,397,834
	ตุลาคม	3,113,456		เมษายน	2,787,319
	พฤศจิกายน	2,817,678		พฤษภาคม	2,898,174
	ธันวาคม	2,539,381		มิถุนายน	2,973,873

อภิปรายผลและสรุป

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายรายเดือน กรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน จากสำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556

ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 จำนวน 90 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 จำนวน 78 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 3 วิธี ที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการแยกส่วนประกอบ อนุกรมเวลาข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 จำนวน 12 ค่า สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าจากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษาวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือมีค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด จึงมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านที่อยู่อาศัย โดยให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 6.32 และให้ค่า RMSE ที่ต่ำที่สุดเท่ากับ 500,259.21 ซึ่งค่าพยากรณ์เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 มียอดค่าใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดเท่ากับ 3,397,834 กิโลวัตต์/ชั่วโมง และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 มียอดค่าใช้ไฟฟ้าต่ำที่สุดเท่ากับ 2,539,381 กิโลวัตต์/ชั่วโมง และค่าพยากรณ์จากวิธีการทางสถิติทั้ง 3 วิธี พบว่า ค่าพยากรณ์ค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าจริงและการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์เหมาะสมที่จะนำไปพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับกิจการเฉพาะรายภายในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมาต่อไป ดังนั้นผู้ที่นำตัวแบบพยากรณ์ไปใช้ประโยชน์ควรระมัดระวังอาจจะมีผลกระทบที่เกิดจากความไม่แน่นอน เช่น ภัยธรรมชาติ การเมือง เศรษฐกิจ เป็นต้น เมื่อมีข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน ควรนำมาปรับปรุงและสร้างตัวแบบการพยากรณ์ใหม่อยู่เสมอ เพื่อให้การพยากรณ์ถูกต้องแม่นยำและเป็นปัจจุบันหรือหากต้องการนำข้อมูลไปต่อยอด ควรทำการพยากรณ์ใหม่เป็นระยะ ๆ โดยอ้างอิงจากข้อมูลจริงที่เป็นปัจจุบันมากที่สุด

References

- [1] Economic Base. (2021). **Korat Boom That Surged 80,000,000 Per Rai of Motorway - High Speed Fireworks Center ERA**. Access (23 August 2020). Available (<http://www.thansettakij.com>)
- [2] Nakhon Ratchasima Provincial Statistical Office. (2013). **Nakhon Ratchasima Population Data Report**. Access (25 August 2020). Available (<http://nkrat.nso.go.th/>)
- [3] Thomgkam, J. and Sukmak, V. (2021). Predicting Breast Cancer Patient Survival. **RMUTI Journal of Science and Technology**. Vol. 14, No. 1, pp. 44-54
- [4] National Housing Authority. (2018). **Population Data Report**. Access (25 August 2020). Available (<http://nhic.nha.go.th/>)
- [5] Suphacan, S. (2015) Forecasting Electricity Consumption in Thailand Using the SARIMA - GP Hybrid Model with New Kernel Function. Research Methodology and Cognitive Science Burapha University. Chonburi Thailand
- [6] Yuk, W. and Thongkham, J. (2018) Comparison of Time Series Techniques for Predicting Gold and Oil Prices. **RMUTI Journal of Science and Technology**. Vol. 11, No. 2, pp. 154-167
- [7] Sutthison, T. (2018). A Comparison of the Forecasting Methods of the Electricity Consumption of Ubon Ratchathani Rajabhat University. **Journal of Industrial Ubon Ratchathani Rajabhat University**. Vol. 8, No. 1, pp. 58-74

- [8] Kaewhawong, N. (2015). Forecasting Electricity Consumption of Thailand by Using SARIMA and Regression Model with ARIMA Error. **Thai Journal of Science and Technology**. Vol. 4, No. 1, pp. 24-36
- [9] Thirawiriya, C. (2017). **Comparison of Forecasting Methods for Electricity Demand in Nakhon Phanom Province**. Industrial Engineering Faculty of Engineering, Nakhon Phanom University
- [10] Konkrua, N. and Boonlha, K. (2016). Forecasting Power Units Quantity Distributed Phitsanulok Province. **Journal of Science Ladkrabang**. Vol. 25, No. 2, pp. 54-56
- [11] Box, G. E. P. Jenkins, G. M. Rinses, G. C., and Ljung, G. M. (2016). **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. Fifth Edition. New Jersey, John Wiley & Sons
- [12] Sysunam, V. and Nanthasamroeng, N. (2018). Electricity Demand Forecasting for Champasak Province in Lao PDR Using Winter's Method with Optimizing Level, Trend and Seasonality Smoothing Constant. **Thai Industrial Engineering Network Journal**. Vol. 4, No. 2, pp. 51-58
- [13] Theeraviriya, C. (2017). A Comparison of the Forecasting Method for Electric Energy Demand in Nakhonphanom Province. **Naresuan University Journal: Science and Technology**. Vol. 25, No. 4, pp. 124-137