เปรียบเทียบการพยากรณ์รายได้ทางหลวงพิเศษ โดยใช้ตัวแบบ ARIMA ARIMAX

Comparison of highway revenue forecasts using the ARIMA ARIMAX Model

พรพนา สระหารดิษ[1],ชานนทร์ ศิริกุลสถิต[2],ปรีดา มูสิกรักษ์ [3]
Phonphana Sarahandit[1],Chanon Sirikulsathit[2],Preeda Musikrak [3*]
[1,2]คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยเฉลิมกาญจนา
[3]คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเฉลิมกาญจนา
[1,2]Faculty of Administrative Sciences, Chalermkanchana University
[3]Faculty of Political Science, Chalermkanchana University
[*]Corresponding author e-mail: audchara36@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบที่ดีที่สุดจากการเปรียบเทียบการพยากรณ์การซื้อขายราคาทองรูปพรรณด้วยตัวแบบ ARIMA และ ARIMAX ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 เป็นจำนวน 72 เดือน ซึ่งตัวแปรต้นของการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMA ได้แก่ ข้อมูลรายได้ทางหลวงพิเศษ ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการพยากรณ์รายได้ทางหลวงพิเศษด้วยตัวแบบ ARIMA และการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMAX ได้แก่ ผลการพยากรณ์การซื้อขายด้วยตัวแบบ ARIMAX โดยใช้เกณฑ์ค่า MAPE MAE MSE RMSE Ljung-Box Q(18) และ BIC โดยเกณฑ์เหล่านี้เลือกจากค่าที่ต่ำที่สุด และค่า p-value มากกว่าหรือเท่ากับ 0.05 ผลการศึกษาพบว่าการพยากรณ์รายได้ทางหลวงพิเศษด้วยตัวแบบ ARIMA(2,1,0) มีความแม่นยำกว่าตัวแบบ ARIMAX(3,1,0) ผลการศึกษาพบว่าการพยากรณ์รายได้ทางหลวงพิเศษตัวแบบ ARIMA(2,1,0) มีความแม่นยำกว่าตัวแบบ ARIMAX(3,1,0) โดยมีค่า MAPE เท่ากับ 0.661 เปอร์เซ็นต์ มีค่า MAE เท่ากับ 0.123 มีค่า RMSE เท่ากับ 0.171

คำสำคัญ: การพยากรณ์, รายได้, ทางหลวงพิเศษ

Abstract

This article aims to find the best model by comparing gold jewelry trading forecasts with ARIMA and ARIMAX models from January 2017 to December 2022. for 72 months the precursor variables of ARIMA forecasting were motorway revenue data, dependent variables were motorway revenue forecasting results by ARIMA model and forecasting by ARIMAX model. These are the results of trading forecasts with the ARIMAX model using MAPE, MAE, MSE, RMSE, Ljung-Box, Q (18) and BIC criteria. These criteria were selected from the lowest values and p-values greater than or equal to 0.05. The results show that forecasting highway revenues using the ARIMA (2,1,0) model is more accurate than the ARIMA (2,1,0) model. ARIMAX (3,1,0) The results show that the ARIMA (2,1,0) model for expressway revenue forecasting is more accurate than the ARIMA (2,1,0) model. ARIMAX (3,1,0), with a MAPE value of 0.661 percent, a MAE value of 0.123, and a RMSE value of 0.171.

Keywords: Forecasting, Income, Motorway

บทนำ

ทางหลวงพิเศษ (Expressway) หรือทางด่วน (Freeway) เป็นเส้นทางทางหลวงที่ออกแบบมาเพื่อให้การเดินทางรวดเร็วและมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ซึ่งมักมีลักษณะถนนกว้าง มีเลนทางเป็นแยกต่าง ๆ และระบบทางด่วนที่ช่วยให้รถยนต์เคลื่อนที่ได้เร็วและไม่ต้องหยุดรถบ่อยครั้งเพื่อรอสัญญาณจราจรหรือการแซงกันของรถอื่น ๆ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2560) ส่วนใหญ่ทางหลวงพิเศษจะมีเส้นทางที่คั่นกับทางหลวงสายหลักเพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถเข้าออกจากทางหลวงพิเศษได้ที่จุดที่กำหนดไว้เท่านั้น ทางหลวงพิเศษมักถูกสร้างขึ้นในเมืองหรือพื้นที่ที่มีการรวมตัวของรถยนต์มาก เช่น เขตเมืองหรือที่ตั้งของอุตสาหกรรม การสร้างทางหลวงพิเศษช่วยลดการติดขัดจราจรในพื้นที่ให้เกิดขึ้นน้อยลง ช่วยลดเวลาการเดินทาง และช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่ด้วยการจำกัดความเร็วสูงสุดในทางด่วน รวมถึงการใช้ระบบกั้นทางเข้า-ออกเพื่อควบคุมการเข้าออกของรถยนต์ในทางด่วน (พรรณทิพา พันธ์ยิ้ม, 2561) การใช้ทางหลวงพิเศษอาจมีค่าใช้จ่ายในการผ่านทาง โดยมักใช้ระบบชำระเงินโดยอัตโนมัติผ่านทางบัตรชำระเงินที่ติดตั้งบริเวณทางเข้าหรือทางออก บางทางหลวงพิเศษอาจมีการคิดค่าผ่านทางตามระยะทางที่ใช้ หรืออาจเป็นการคิดค่าใช้จ่ายตามจำนวนเลนทางที่ใช้ ค่าใช้จ่ายและระบบการเก็บเงินอาจแตกต่างกันไปตามทางหลวงพิเศษแต่ละแห่ง อาจมีการให้บริการเครื่องชำระเงินเงินสดหรือบัตรเครดิตที่จุดบริการต่าง ๆ ในทางหลวงพิเศษเพื่อความสะดวกสบายในการใช้บริการแก่ผู้ใช้ทาง

ทางหลวงพิเศษในประเทศไทยที่รู้จักกันมากที่สุดคือทางหลวงพิเศษเฉลิมพระเกียรติ (ทางเฉลิมพระเกียรติ) หรือทางหลวงพิเศษเฉลิมพระเกียรติ กาญจนาภิเษก ซึ่งเชื่อมต่อกรุงเทพมหานครและเมืองสุราษฎร์ธานี มีระยะทางประมาณ 772 กิโลเมตร เป็นทางหลวงพิเศษที่ยาวที่สุดในประเทศไทย มีเลนทางคู่ทั้งสองทิศทาง และมีจุดเชื่อมต่อกับทางหลวงสายหลักและทางหลวงสายอื่นๆ ในพื้นที่ที่แตกต่างกัน (สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง, 2562)นอกจากทางหลวงพิเศษเฉลิมพระเกียรติแล้ว (Yang, 2010) ประเทศไทยยังมีทางหลวงพิเศษอื่นๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเดินทางรวดเร็วและสะดวกสบาย บางส่วนของทางหลวงพิเศษในประเทศไทย ได้แก่ ทางหลวงพิเศษกาญจนาภิเษก (ทางกาญจนาภิเษก) ที่เชื่อมต่อกรุงเทพมหานครและจังหวัดชลบุรี มีระยะทางประมาณ 114 กิโลเมตร (สำนักอำนวยความปลอดภัยกรมทางหลวง, 2563) และมีเลนทางคู่สองทิศทาง ทางหลวงพิเศษอัมพวา-ชลบุรี (ทางอัมพวา-ชลบุรี) ที่เชื่อมต่อกรุงเทพมหานครและจังหวัดชลบุรี มีระยะทางประมาณ 76 กิโลเมตร และมีเลนทางคู่สองทิศทางทางหลวงพิเศษราชมงคล (ทางราชมงคล) ที่เชื่อมต่อกรุงเทพมหานครและจังหวัดนครปฐม มีระยะทางประมาณ 55 กิโลเมตร เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีทางหลวงพิเศษอื่นๆ ที่กำลังอยู่ในระหว่างการก่อสร้างหรือวางแผน ซึ่งการสร้างทางหลวงพิเศษในประเทศไทยเป็นส่วนหนึ่งของแผนพัฒนาทางหลวง และมีเป้าหมายในการพัฒนาทางหลวงพิเศษเพิ่มเติมในอนาคตเพื่อประโยชน์ในการเดินทางของประชาชน (กาญจน์กรอง สุอังคะ, 2559)

ดังนั้นการศึกษาเรื่องเปรียบเทียบการพยากรณ์รายได้ทางหลวงพิเศษ โดยใช้ตัวแบบ ARIMA ARIMAX มีความสำคัญอย่างมากที่จะทำเพื่อศึกษารายได้ทางหลวงพิเศษในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดการของภาคส่วนทางหลวงต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการพยากรณ์รายได้ทางหลวงพิเศษ โดยเปรียบเทียบด้วยตัวแบบ ARIMA ARIMAX

ระเบียบวิธีวิจัย

บทความนี้เป็นการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ดีที่สุดในการพยากรณ์รายได้ทางหลวงพิเศษ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลทุติยภูมิโดยเก็บรวบรวมรวมจากกรมคมนาคมเป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2560-เดือนธันวาคม 2565 เป็นระยะเวลา เดือน 72 เดือน (กรมคมนาคม, 2565)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ รายได้ทางหลวงพิเศษข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 ถึง เดือนธันวาคม 2565 เป็นระยะเวลา เดือน 72 เดือน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ รายได้ทางหลวงพิเศษข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 ถึง เดือนธันวาคม 2565 เป็นระยะเวลา เดือน 72 เดือน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากกรมคมนาคม รายได้ทางหลวงพิเศษและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS และโปรแกรม Minitab

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMA

ขั้นที่1 เก็บรวบรวมข้อมูลรายได้ทางหลวงพิเศษตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2560 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 จำนวน 72 เดือน

ขั้นที่ 2 แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด โดยชุดแรกใช้หรับหรับสร้างตัวแบบโดยตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2560 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 จำนวน 60 เดือน และชุดที่สองใช้สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือน แล้วนำมาคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS

ขั้นที่ 3 พิจารณาลักษณะกราฟอนุกรมเวลาของข้อมูลการซื้อและการขายของราคาทองคำถัวเฉลี่ยแบบทองแท่ง เพื่อดูความนิ่งของข้อมูล

ขั้นที่ 4 เลือกค่าพารามิเตอร์ p และ q ของตัวแบบ ARIMA จาก Residual ACF

ขั้นที่ 5 เปรียบเทียบตัวแบบโดยเลือก BIC ที่ต่ำที่สุด

ขั้นที่ 6 นำตัวแบบที่มีค่า BIC ต่ำที่สุด ไปพยากรณ์

ขั้นที่ 7 เลือกตัวแบบ MAPE, BIC และ Ljung-Box Q(18) ที่ต่ำที่สุด และค่า p-value ที่มากกว่า0.05

ขั้นที่ 8 เขียนสมการARIMA

ขั้นตอนการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMAX

ขั้นที่ 1 นำตัวแปรอิสระมาทำการพยากรณ์ร่วมกับตัวแบบ ARIMA ที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

ขั้นที่ 2 ทำเช่นเดียวกับการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMA ในขั้นตอนที่ 2-8

วิธีการทางสถิติที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวแบบ ARIMA

กำหนดให้ Y_t เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t และกำหนดให้ ε_t เป็นค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม ณ เวลา t และกำหนดตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average อันดับ p, d และ q หรือ ARIMA (p,d,q) เขียนได้ด้วยสมการ (Jadhav, V., CHINNAPPA, R. B., & Gaddi, G. M., 2017)

$$Y_t' = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_i Y_{t-1}' + \sum_{j=1}^{q} \theta_i \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

เมื่อ β_i, θ_j เป็นสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ ที่มีพารามิเตอร์ p, d, q เป็นจำนวนเต็มตั้งแต่ศูนย์ขึ้นไป และ $Y_t' = (1-B)^d Y_t$ โดยที่ $B^k Y_t = Y_{t-k}$ เรียกตัว B ว่า Backshift notation ดังนั้น

กรณี d=0 จะได้ว่า $Y_t' = Y_t$

กรณี d=1 จะได้ว่า $Y_t' = (1-B)Y_t = Y_t - Y_{t-1}$

ตัวแบบ ARIMAX

กำหนดให้ X_t เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t ที่มีตัวแปรอิสระขึ้นกับ Y_t ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous factors *หรือ* ARIMAX เขียนให้อยู่ในรูปดังนี้ (บุญกองและยุพาภรณ์,2561).

$$Y_t' = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_i Y_{t-1}' + \sum_{j=1}^{q} \theta_i \varepsilon_{t-1} + \sum_{k=1}^{r} \delta_k X_{t-k}' + \varepsilon_t \quad (2)$$

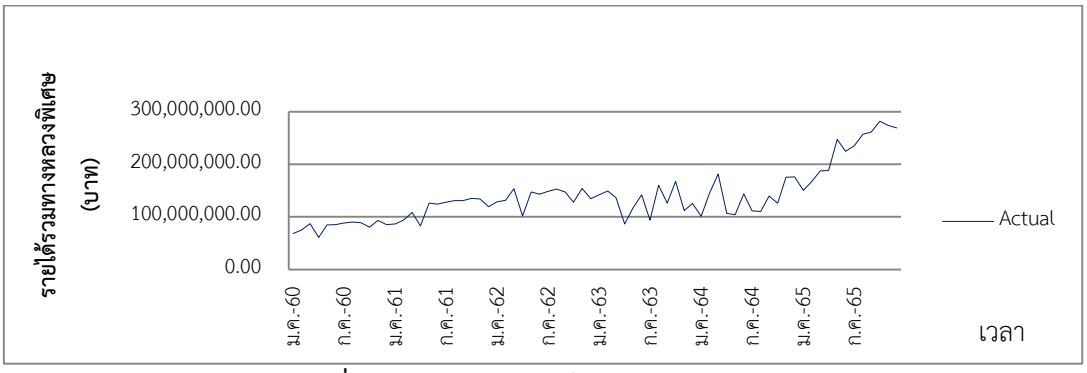
เมื่อ δ_k เป็นสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ r เป็นจำนวนเต็มตั้งแต่ศูนย์ขึ้นไป และ $Y_t' = (1-B)^d Y_t$

เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคลาดเคลื่อน

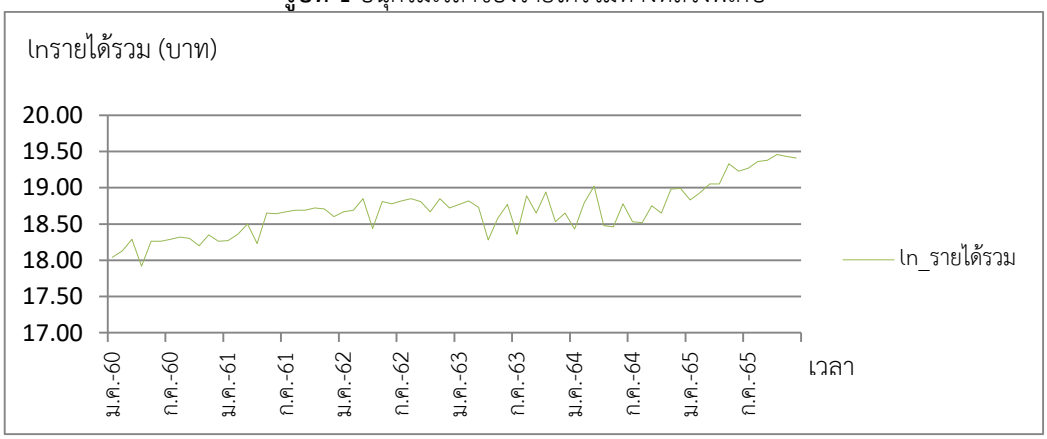
ความแม่นยำของการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่า Mean Absolute Percent Error (MAPE) ค่า Mean Absolute Error (MAE) ค่า Mean Squared Error (MSE) ค่า Root mean square error (RMSE) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคาดเคลื่อน (Residual Autocorrelation) ของตัวแบบได้จากการทดสอบ Ljung-Box Q(18) ค่าBayesian Information Criterion (BIC) โดยเกณฑ์เหล่านี้เลือกจากค่าที่ต่ำที่สุดเป็นตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุด และการไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจากการทดสอบ Ljung-Box Q(18) นั่นคือมีค่า p-value มากกว่าหรือเท่ากับ 0.05

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ลักษณะความเคลื่อนไหวของรายได้ทางหลวงพิเศษตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2560 จนถึงเดือนธันวาคมพ.ศ.2565 จำนวน 72 เดือน เป็นดังนี้



รูปที่ 1 อนุกรมเวลาของรายได้รวมทางหลวงพิเศษ

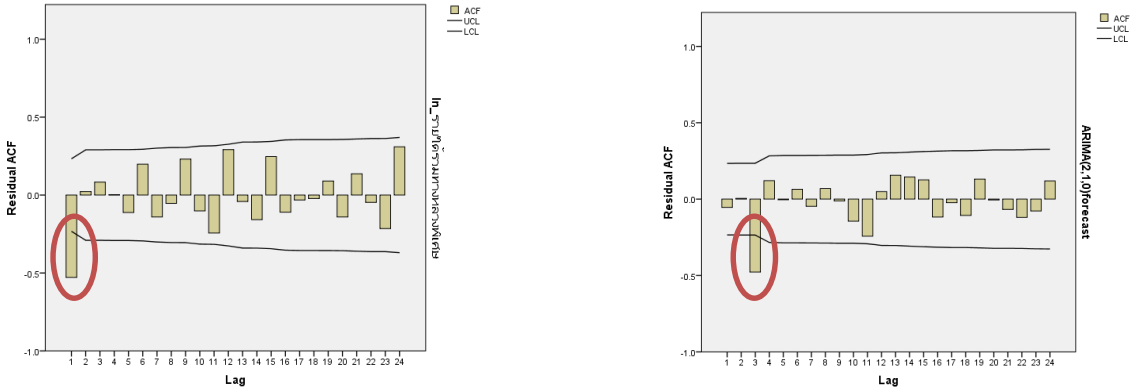


รูปที่ 2 อนุกรมเวลาของรายได้รวมทางหลวงพิเศษ

จากรูปที่ 1 และ 2 จะเห็นว่าในเดือนมกราคม พ.ศ.2560 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2564 ข้อมูลมีลักษณะเป็นวัฏจักร (Circle) และฤดูกาล (Seasonal) และหลังจากเดือนสิงหาคม พ.ศ.2564 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 ข้อมูลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Up Trend) จะเห็นว่าเป็นข้อมูลที่ไม่นิ่ง (Non-Stationary) จึงต้องทำการหาอนุพันธ์อันดับ 1 (d=1) โดยรูปทางซ้ายเป็นการหาอนุพันธ์อันดับ 1 ของตัวแบบ ARIMA และรูปทางขวาเป็นการหาอนุพันธ์อันดับ 1 ของตัวแบบ ARIMAX

รูปที่ 3 อนุกรมเวลาของรายได้รวมทางหลวงพิเศษโดยการหาอนุพันธ์อันดับ1 (d=1) โดยตัวแบบARIMA และ ARIMAX

จากรูปที่ 10-11 จะเห็นว่าเมื่อหาอนุพันธ์อันดับ 1 (d=1) โดยตัวแบบARIMA และ ARIMAX ข้อมูลมีความนิ่ง (Stationary) เมื่อข้อมูลมีความนิ่งแล้วจึงทำการหาค่าพารามิเตอร์ p และ q ซึ่งผลการศึกษาจากค่า Residual ACF โดยรูปทางซ้ายเป็นตัวแบบ ARIMA มีค่าพารามิเตอร์ p เท่ากับ 1 และมีค่า q เท่ากับ 0 และรูปทางซ้ายเป็นตัวแบบ ARIMAX มีค่าค่าพารามิเตอร์ p เท่ากับ 3 และมีค่า q เท่ากับ 0 ดังนี้



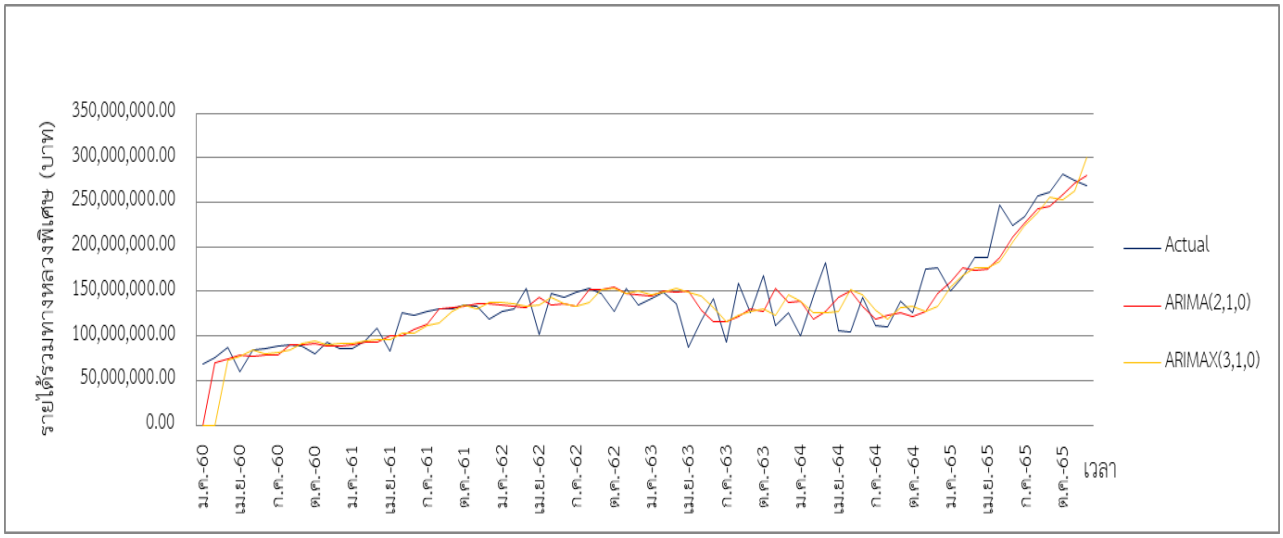
รูปที่ 4 Residual ACF ของการพยากรณ์รายได้รวมทางหลวงพิเศษ

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ p และ q จากนั้นจะทำการทดสอบเพื่อหาตัวแบบที่ดีที่สุดโดยเลือกค่าตัวแบบที่มีค่า BIC ที่ต่ำที่สุด ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่า BIC ของตัวแบบ ARIMA และ ARIMAX ของการพยากรณ์รายได้ทางหลวงพิเศษ

ตัวแบบ ARIMA	BIC	ตัวแบบ ARIMAX	BIC
ARIMA(0,1,0)	-2.972	ARIMAX(1,1,0)	-4.943
ARIMA(0,1,1)	-3.34	ARIMAX(1,1,1)	-4.866
ARIMA(0,1,2)	-3.3	ARIMAX(1,1,2)	-4.76
ARIMA(1,1,0)	-3.225	ARIMAX(2,1,0)	-4.866
ARIMA(1,1,1)	-3.29	ARIMAX(2,1,1)	-4.797
ARIMA(1,1,2)	-3.232	ARIMAX(2,1,2)	-4.72
ARIMA(2,1,0)	-3.288	ARIMAX(3,1,0)	-5.057
ARIMA(2,1,1)	-3.231	ARIMAX(3,1,1)	-4.986
ARIMA(2,1,2)	-3.156	ARIMAX(3,1,2)	-4.911

จากตารางที่ 1 พบว่าการพยากรณ์รายได้ทางหลวงด้วยตัวแบบ ARIMA (2,1,0) มีค่า BIC เท่ากับ -3.288 และตัวแบบ ARIMAX (3,1,0) มีค่า BIC เท่ากับ -5.057 เป็นตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุด และสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้



รูปที่ 5 การพยากรณ์รายได้ทางหลวงพิเศษ ARIMA **และ** ARIMAX

สรุปผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบการพยากรณ์รายได้ทางหลวงพิเศษด้วยตัวแบบ ARIMA และ ARIMAX โดยใช้เกณฑ์ค่า MAPE MAE MSE RMSE Ljung-Box Q และ BIC โดยเกณฑ์เหล่านี้เลือกจากค่าที่ต่ำที่สุดเป็นตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุด และค่า p-value มากกว่าหรือเท่ากับ 0.05 ผลการศึกษาพบว่าการพยากรณ์รายได้ทางหลวงพิเศษตัวแบบ ARIMA(2,1,0) มีความแม่นยำกว่าตัวแบบ ARIMAX(3,1,0) โดยมีค่า MAPE เท่ากับ 0.661 เปอร์เซ็นต์ มีค่า MAE เท่ากับ 0.123 มีค่า RMSE เท่ากับ 0.171

เอกสารอ้างอิง

กาญจน์กรอง สุอังคะ) .2559). การศึกษาพฤติกรรมการขับขี่ของวัยรุ่นที่มีผลต่อความเสี่ยงในการเกิด อุบัติเหตุจากการใช้รถจักรยานยนต์ .นครราชสีมา.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี :

กัลยา วานิชย์บัญชา การใช้ .SPSS for Window ในการ วิเคราะห์ข้อมูลพิ .มพ์ครั้งที่ 29. กรุงเทพมหานครโรงพิมพ :์ สามลดา; 2560.

พรรณทิพา พันธ์ยิ้ม และนันทวรรณ พิทักษะ. (2561). การประเมินผลกระทบด้านจราจรของด่านเก็บค่าผ่านทางโดยการจำลองสถานการณ์จราจรกรณีศึกษาด :่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษวงแหวนรอบนอก บางแก้)วทางออกทาง (พิเศษบูรพาวิถีในการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23. นครนายกโรงเรียนนายร :้อยพระจุลจอมเกล้า; 2561. หน้า 20-35.

สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวงรายงานผลการประเมินความพึง .พอใจและความคุ้มค่าโครงการด้านอำนวยความปลอดภัยบนทางหลวง .กรุงเทพฯ: กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม.2562. หน้า 4-6.

สำนักอำนวยความปลอดภัยกรมทางหลวงข้อมูลสถิติปริมาณจราจร.ราย.งานสรุปสถิติอุบัติเหตุบนทางหลวงระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2558 - 1 เมษายน 2563. ระบบการจัดการข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวงกรุงเทพฯ: กรมทาง . หลวง .2563.

Yang, H., et al. Application of Simulation-Based Traffic Conflict Analysis for Highway Safety Evaluation In: 12th World Conference on Transport Research Society, Lisbon, Portugal, 11-15 July 2010.