



การพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรอง
ในประเทศไทย

นางสาวกันมารลินด์ เจริญชาศรี

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติประยุกต์และวิทยาการวิเคราะห์ข้อมูล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรอง
ในประเทศไทย

นางสาวกันมารลินด์ เจริญชาศรี

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติประยุกต์และวิทยาการวิเคราะห์ข้อมูล
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองโครงการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรอง
ในประเทศไทย

โดย นางสาวกัณมาร์ลินด์ เจริญชาศรี

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
สถิติประยุกต์และวิทยาการวิเคราะห์ข้อมูล

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ จันทวีวัฒน์)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ระพีณ สุนทรวัฒน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร.ยุพาภรณ์ อารีพงษ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล พันธุ์แย้ม)

ชื่อ : นางสาวกันมารลินด์ เจริญชาศรี
 ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมือง
 ท้องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรอง ในประเทศไทย
 สาขาวิชา : สถิติประยุกต์และวิทยาการวิเคราะห์ข้อมูล
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ศาสตราจารย์ ดร.ยุพาภรณ์ อารีพงษ์
 ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการพยากรณ์ และวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนในประเทศไทย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ มีความสนใจเพิ่มเติมเกี่ยวกับมาตรการส่งเสริมการท่องเที่ยวและกระจายรายได้สู่ภูมิภาคต่าง ๆ จึงทำการแบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่มตามการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) ซึ่งได้แก่ (1) เมืองท่องเที่ยวหลัก และ (2) เมืองท่องเที่ยวรอง และทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม ซึ่งเก็บข้อมูลจากระบบรายงานข้อมูลอุบัติเหตุของกระทรวงคมนาคม โดยศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงานมีลักษณะเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 รวมทั้งสิ้นจำนวน 72 เดือน และทำการศึกษาวิธีการพยากรณ์เดี่ยวโดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา 3 วิธี ได้แก่ (1) วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) (2) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method) (3) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) และวิธีการพยากรณ์ร่วม 5 วิธี ได้แก่ (1) วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW) (2) วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (3) วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE (MAPE-Based combination) (4) วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted Method: UNEW) และ (5) วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ (Weighted Ranking method: WR) เมื่อได้ค่าพยากรณ์ที่มาจากการคำนวณด้วยวิธีข้างต้นแล้ว ทำการตรวจสอบและเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute

Percentage Error: MAPE) ที่ต่ำสุด เพื่อเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งนี้ จากผลการวิจัยพบว่า วิธีการพยากรณ์ข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก โดยใช้วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method: UNEW) และวิธีการพยากรณ์ข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง โดยใช้วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งเป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งและผลจากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถนำผลที่ได้จากการวิจัยนี้ไปใช้ในการวางแผนมาตรการป้องกันอุบัติเหตุ และรับมือให้เป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

(มีจำนวนทั้งสิ้น 148 หน้า)

คำสำคัญ : จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน เมืองท่องเที่ยวหลัก เมืองท่องเที่ยวรอง
ตัวแบบการพยากรณ์ การพยากรณ์เดี่ยว การพยากรณ์ร่วม

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Miss Kanmalin Jaroenchasri
Independent Study Title : Forecasting the Number of Road Accidents in Major
and Secondary Tourist Cities in Thailand
Major Field : Applied Statistics and Data Analytics
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok
Independent Study Advisor : Professor Yupaporn Areephong, Ph.D.
Academic Year : 2024

ABSTRACT

This study purpose to identify the most suitable forecasting model and compare the forecasting performance of different methods to determine the best approach for predicting the number of road accidents in Thailand. Additionally, this study considers the impact of tourism promotion and regional income distribution by categorizing data into two groups, following the classification of the Tourism Authority of Thailand (TAT): (1) Major Tourist Cities and (2) Secondary Tourist Cities. The forecasting models were developed using monthly road accident data collected from the Ministry of Transport's accident reporting system, managed by the Information and Communication Technology Center, Office of the Permanent Secretary, Ministry of Transport. The dataset spans from January 2019 to December 2024, Totaling 72 months. This study employs 3 individual forecasting methods based on time series analysis: (1) Exponential Smoothing Method, (2) Time Series Regression Method, and (3) Box-Jenkins Method. Additionally, 5 combined forecasting methods: (1) Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW, (2) Regression-Based combination, (3) MAPE-Based combination, (4) Unequivalent Weighted Method: UNEW, and (5) Weighted Ranking method: WR. The forecasting accuracy of each method was assessed using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) criterion, with the model yielding the lowest MAPE being selected as the most effective.

The findings indicate that for Major tourist cities, the most efficient forecasting approach was the Unequivalent Weighted Method (UNEW). While, Secondary tourist cities, the best-performing method was the Regression-Based Combination. The results of this study are expected to be beneficial for relevant authorities in formulating effective road accident prevention measures and response strategies to enhance public safety and regional planning.

(Total 148 Pages)

Keywords: Number of Road Accidents, Major Tourist Cities, Secondary Tourist Cities, Forecasting Model, Individual Forecasting, Combined Forecasting

Advisor



กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่องการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรองในประเทศไทย สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์ และความกรุณาของ ศาสตราจารย์ ดร. ยุพาภรณ์ อารีพงษ์ ที่ให้ความกรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา สารนิพนธ์ ที่ได้สละเวลาในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ และคอยชี้แนะแนวทาง ตลอดจนคอย ติดตามความก้าวหน้าของงานวิจัย อีกทั้งยังได้ควบคุมดูแล การดำเนินงาน และช่วยเหลือแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีทำให้ผู้วิจัยมีความมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ จนกระทั่งสารนิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ เว็บไซต์ datagov.mot.go.th ที่ได้รวบรวมข้อมูลย้อนหลังที่เป็น ประโยชน์ สามารถนำมาใช้ในการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลที่น่าสนใจ พร้อมทั้งมีคำแนะนำเกี่ยวกับข้อมูล เพื่อให้ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่าน ที่ได้ให้โอกาสในการ การศึกษา และให้ความรู้มากมายแก่ผู้วิจัย ทั้งหลักการพื้นฐานตลอดจนการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิต จจริงหรือในการทำงานต่าง ๆ จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำสาขา ภาควิชาสถิติประยุกต์ที่อำนวยความสะดวกในการศึกษาและทำงาน รวมถึงเพื่อน ๆ ร่วมชั้นเรียน ปริญญาโทในภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกคน ที่ได้ช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ให้คำแนะนำ และกำลังใจ ที่ดีเสมอมา

ประโยชน์และคุณค่าของงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบให้กับคุณบิดาและมารดา ผู้ที่ให้การอบรม เลี้ยงดู ให้การศึกษา คอยให้การสนับสนุนในทุกด้าน และการเอาใจใส่อย่างดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ และเอา ไปต่อยอดในการศึกษาครั้งหน้า หากงานวิจัยนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยยินดีรับฟังคำแนะนำ เพื่อปรับปรุง แก้ไข และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิจัยต่อไป

กันมารลินด์ เจริญชาติศรี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย

ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

ฉ

กิตติกรรมประกาศ

ช

สารบัญ

ณ

สารบัญตาราง

ม

สารบัญรูปภาพ

ท

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

3

1.4 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการพยากรณ์

8

2.2 อุบัติเหตุบนท้องถนน

23

2.3 การแบ่งเมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรอง

26

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

28

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล 31

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 33

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล 33

3.4 แผนผังการดำเนินการวิจัย 40

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก 41

4.2 ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง 65

บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ 88

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 91

5.3 ข้อเสนอแนะ 92

บรรณานุกรม 93

ภาคผนวก ก 95

ภาคผนวก ข 101

ประวัติผู้เขียน 148

สารบัญตาราง

	หน้า
3.1 แอททริบิวต์ของชุดข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคมที่ใช้วิจัย	32
4.1 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	44
4.2 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วย อนุกรมเวลาของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	47
4.3 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของวิธีการพยากรณ์แบบบ็อกซ์-เจนกินส์ของชุดข้อมูลจำนวน การเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	49
4.4 สรุปผลค่าพยากรณ์เดี่ยวและค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ค่าสัมบูรณ์ (MAPE) ของชุดข้อมูล จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	50
4.5 ค่าพยากรณ์วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน ของเมืองท่องเที่ยวหลัก	53
4.6 ค่าพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน ของเมืองท่องเที่ยวหลัก	55
4.7 ค่าพยากรณ์วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน ของเมืองท่องเที่ยวหลัก	57
4.8 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 3 วิธี ของชุดข้อมูลจำนวน การเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	58
4.9 ค่าพยากรณ์วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน ของเมืองท่องเที่ยวหลัก	60
4.10 การให้ค่าอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์ของชุดข้อมูลจำนวนการ เกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	61
4.11 ค่าพยากรณ์วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทาง ถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	62
4.12 การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ด้วยค่า MAPE ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิด อุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
4.13 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	67
4.14 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วย อนุกรมเวลาของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	70
4.15 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของวิธีการพยากรณ์แบบบ็อกซ์-เจนกินส์ของชุดข้อมูล จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	72
4.16 สรุปผลค่าพยากรณ์เดี่ยวและค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ค่าสัมบูรณ์ (MAPE) ของชุดข้อมูล จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	73
4.17 ค่าพยากรณ์วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากันของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน ของเมืองท่องเที่ยวรอง	76
4.18 ค่าพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	78
4.19 ค่าพยากรณ์วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน ของเมืองท่องเที่ยวรอง	80
4.20 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 3 วิธี ของชุดข้อมูลจำนวน การเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	81
4.21 ค่าพยากรณ์วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	83
4.22 การให้ค่าอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์ของชุดข้อมูลจำนวน การเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	84
4.23 ค่าพยากรณ์วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	85
4.24 การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ด้วยค่า MAPE ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิด อุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	86

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
5.1 ผลการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก ในเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2567	89
5.2 ผลการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง ในเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2567	90
ก.1 แอททริบิวต์ของชุดข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม	96
ก.2 จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	98
ก.3 จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	99
ก.4 รายชื่อจังหวัดของเมืองท่องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรอง	100
ข.1 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	108
ข.2 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วย อนุกรมเวลาของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	117
ข.3 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของวิธีการพยากรณ์แบบบ็อกซ์-เจนกินส์ของชุดข้อมูล จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	122
ข.4 ค่าพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทาง ถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	124
ข.5 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	131
ข.6 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วย อนุกรมเวลาของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	140
ข.7 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของวิธีการพยากรณ์แบบบ็อกซ์-เจนกินส์ของชุดข้อมูล จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	145
ข.8 ค่าพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทาง ถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	147

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
4.1 การเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	41
4.2 การเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	65
5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าจริง และค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีที่ดีที่สุดของเมืองท่องเที่ยวหลัก	89
5.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าจริง และค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีที่ดีที่สุดของเมืองท่องเที่ยวรอง	91
ข.1 การเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	102
ข.2 การประมาณค่า α, γ และ δ ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	102
ข.3 การวิเคราะห์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลัก	104
ข.4 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง	106
ข.5 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง	106
ข.6 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง	107
ข.7 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลัก	109
ข.8 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การถดถอยจากการคัดเลือกตัวแบบของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลัก	110
ข.9 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา	112
ข.10 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา	112

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ข.11 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา	113
ข.12 การวิเคราะห์โดยใช้ตัวแบบ AR(1) ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลัก	114
ข.13 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบ AR(1)	115
ข.14 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบ AR(1)	115
ข.15 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบ AR(1)	116
ข.16 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	118
ข.17 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF) ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	118
ข.18 แสดงการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์จากการเลือกตัวแบบ ARIMA ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	119
ข.19 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบของบ็อกซ์-เจนกินส์	120
ข.20 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบของบ็อกซ์-เจนกินส์	120
ข.21 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบของบ็อกซ์-เจนกินส์	121
ข.22 การประมวลผลโดยใช้โปรแกรม SPSS ด้วยวิธีการถดถอยของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก	123
ข.23 การเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองเที่ยวยาว	125

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ข.24	การประมาณค่า α, γ และ δ ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน ของเมืองท่องเที่ยวรอง	125
ข.25	การวิเคราะห์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณของ จำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรอง	127
ข.26	กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของ เมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง	129
ข.27	การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ของเมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง	129
ข.28	การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิด อุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง	130
ข.29	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรอง	132
ข.30	การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การถดถอยจากการคัดเลือกตัวแบบของจำนวนการ เกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรอง	133
ข.31	กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของ เมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา	135
ข.32	การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของ เมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา	135
ข.33	การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิด อุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา	136
ข.34	การวิเคราะห์โดยใช้ตัวแบบ AR(1) ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรอง	137
ข.35	กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของ เมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบ AR(1)	138
ข.36	การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ของเมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบ AR(1)	138

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ข.37 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบ AR(1)	139
ข.38 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	141
ข.39 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF) ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	141
ข.40 แสดงการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์จากการเลือกตัวแบบ ARIMA ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	142
ข.41 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบของบอซ-เจนกินส์	143
ข.42 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบของบอซ-เจนกินส์	143
ข.43 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบของบอซ-เจนกินส์	144
ข.44 การประมวลผลโดยใช้โปรแกรม SPSS ด้วยวิธีการถดถอยของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง	146

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อุบัติเหตุทางถนนเป็นปัญหาสำคัญในสังคมที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน รวมถึงเป็นภาระต่อระบบสาธารณสุขและเศรษฐกิจของประเทศ โดยจากสถิติของกระทรวงคมนาคมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประเทศไทยมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุทางถนนในระดับสูงเมื่อเทียบกับหลายประเทศทั่วโลก แม้จะมีมาตรการป้องกันและควบคุม เช่น การรณรงค์เรื่องความปลอดภัย การกำหนดกฎหมายจราจร และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคม แต่จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นก็ยังคงเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างต่อเนื่อง

จำนวนการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละปีที่เกิดขึ้นในประเทศไทยไม่ได้มีแนวโน้มที่จะลดลง โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยด้านต่าง ๆ เช่น การขยายตัวของเมืองและโครงสร้างพื้นฐาน ระบบขนส่ง และการคมนาคมของถนนทางหลวงสายต่าง ๆ ที่มีพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการเชื่อมโยงถึงกันในพื้นที่ต่าง ๆ ทำให้ผู้ใช้ถนนมีความสะดวกในการสัญจรมากยิ่งขึ้น ประกอบกับในปัจจุบันนี้ได้มีการสนับสนุนให้มีการท่องเที่ยวในประเทศไทยมากขึ้น โดยมีการแบ่งเป็นเมืองท่องเที่ยวหลัก จำนวน 22 จังหวัด และเมืองท่องเที่ยวรอง จำนวน 55 จังหวัด เพื่อดึงดูดนักท่องเที่ยวจากทางหลายหน่วยงาน สำหรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวและกระจายรายได้สู่ภูมิภาคต่าง ๆ ซึ่งจากการสนับสนุนนี้เป็นเรื่องที่ดีต่อระบบเศรษฐกิจภายในประเทศเป็นอย่างมาก แต่ก็จะนำไปสู่จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน โดยปัญหาการเกิดอุบัติเหตุก็เกิดได้จากหลากหลายปัจจัย เช่น ความผิดพลาดและความประมาทของผู้ใช้ถนน ด้านสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการขับขี่ ด้านความบกพร่องของยานพาหนะที่นำมาใช้งาน รวมทั้งความบกพร่องของถนนเองด้วยเช่นกัน ซึ่งในการเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้งได้ส่งผลกระทบในหลายด้าน เช่น การเสียชีวิตและบาดเจ็บ ความเสียหายต่อทรัพย์สิน ด้านสังคม ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเศรษฐกิจ

ทางหลวง ทางหลวงชนบท และการทางพิเศษแห่งประเทศไทย เป็นส่วนหนึ่งของระบบการขนส่งทางบกที่อยู่ภายใต้การดูแลของกระทรวงคมนาคม ซึ่งได้มีการพัฒนา และมีการขยายตัวขึ้นเรื่อยๆ ตามความเจริญของบ้านเมือง ส่งผลให้ผู้ใช้ระบบการเดินทางสัญจรทางบกเกิดความคล่องตัว สะดวกรวดเร็ว ทิวถึง และมีความปลอดภัย ซึ่งช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน และยังเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการเติบโตของเศรษฐกิจในประเทศอีกด้วย

การพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนเป็นหนึ่งในแนวทางสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนป้องกัน จัดการกับปัญหา และกำหนดมาตรการป้องกันอุบัติเหตุให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งหากสามารถคาดการณ์แนวโน้มจำนวนการเกิดอุบัติเหตุได้อย่างแม่นยำ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะสามารถวางแผนรับมือได้ล่วงหน้า ไม่ว่าจะเป็นการจัดสรรทรัพยากร การพัฒนากฎหมายจราจร เพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุ หรือลดความรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาจำนวนการเกิดอุบัติเหตุจราจรทางถนนบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคมของเมืองท่องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรอง โดยการนำเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่เหมาะสมมาใช้ในการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนมาตรการป้องกันอุบัติเหตุ และรับมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยลดจำนวนอุบัติเหตุ ลดการสูญเสีย และทำให้การจราจรปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรอง ภายในประเทศไทย ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการพยากรณ์

1.2.2 เพื่อพยากรณ์ค่าในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรอง ภายในประเทศไทย

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการช่วยลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุและลดการสูญเสียที่เกิดจากอุบัติเหตุ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม เป็นข้อมูลจาก 3 หน่วยงาน คือ กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และการทางพิเศษแห่งประเทศไทย โดยจากข้อมูลที่ได้มานั้น นำไปแบ่งตามเมืองท่องเที่ยว 2 กลุ่ม ตามการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ทำให้ได้ชุดข้อมูลจำนวน 2 ชุด ได้แก่

- 1) จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก (จำนวน 22 จังหวัด)
- 2) จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง (จำนวน 55 จังหวัด)

ข้อมูลดังกล่าวเป็นแบบรายเดือน ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวนทั้งสิ้น 72 เดือน เพื่อนำไปใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์และเปรียบเทียบตัวแบบ จากวิธีการพยากรณ์ต่างๆ

โดยข้อมูลแต่ละชุด ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- ส่วนที่ 1 จำนวน 60 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2566 สำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์
- ส่วนที่ 2 จำนวน 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2567 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 ใช้สำหรับการตรวจสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ในแต่ละตัวแบบที่สร้างขึ้นจากข้อมูลของส่วนที่ 1

1.3.2 วิธีการพยากรณ์ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการพยากรณ์ และคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสม มีจำนวน 8 วิธี ได้แก่

- วิธีการพยากรณ์เดี่ยว 3 วิธี
 - 1) วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method)
 - 2) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method)
 - 3) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

- วิธีการพยากรณ์ร่วม 5 วิธี

- 1) วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW)
- 2) วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย
- 3) วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE (MAPE-Based combination)
- 4) วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method: UNEW)
- 5) วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ (Weighted Ranking method: WR)

1.4 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

โครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม หมายถึง ระบบถนนที่อยู่ภายใต้การดูแล และบริหารจัดการของกระทรวงคมนาคม ซึ่งมีหน้าที่พัฒนา บำรุงรักษา และปรับปรุงเส้นทางคมนาคมทั่วประเทศให้มีประสิทธิภาพ และให้ผู้ใช้ระบบการเดินทางสัญจรทางบกเกิดความคล่องตัว สะดวก รวดเร็ว ท້วถึง และมีความปลอดภัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ (1) ทางหลวงแผ่นดิน (2) ทางหลวงชนบท (3) ทางพิเศษ และ (4) ถนนในเขตเมืองและท้องถิ่น

เมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรอง หมายถึง การที่ภาครัฐมีมาตรการส่งเสริมให้มีการท่องเที่ยวภายในประเทศไทย โดยมีการแบ่งจังหวัดต่าง ๆ ออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อรองรับนโยบายที่กำหนดขึ้นมา เช่น การเที่ยวเมืองรอง เพื่อลดหย่อนภาษีของปี พ.ศ.2567 ซึ่งได้แก่

1) เมืองท่องเที่ยวหลัก คือ กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล รวมไปถึงจังหวัดที่มีจำนวนนักท่องเที่ยว มากกว่า 6,000,000 คนต่อปี ซึ่งมีทั้งหมด 22 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สมุทรปราการ สมุทรสาคร เชียงใหม่ ขอนแก่น นครราชสีมา กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง กระบี่ พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี สงขลา และสระบุรี

2) เมืองท่องเที่ยวรอง หมายถึง เมืองที่ไม่ได้เป็นเมืองท่องเที่ยวหลัก หรือยังมีนักท่องเที่ยวเข้าไปไม่มากนัก และจังหวัดที่มีนักท่องเที่ยวปีหนึ่งต่ำกว่า 4,000,000 คนต่อปี ซึ่งมีทั้งหมด 55 จังหวัด โดยแบ่งออกเป็นดังนี้

2.1) ภาคเหนือ 16 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย พิษณุโลก ตาก เพชรบูรณ์ นครสวรรค์ สุโขทัย ลำพูน อุตรดิตถ์ ลำปาง แม่ฮ่องสอน พิจิตร แพร่ น่าน กำแพงเพชร อุทัยธานี และพะเยา

2.2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 18 จังหวัด ได้แก่ อุตรธานี อุบลราชธานี หนองคาย เลย มุกดาหาร บัรรัมย์ ชัยภูมิ ศรีสะเกษ สุรินทร์ สกลนคร นครพนม ร้อยเอ็ด มหาสารคาม บึงกาฬ กาฬสินธุ์ ยโสธร หนองบัวลำภู และอำนาจเจริญ

2.3) ภาคกลาง, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก 12 จังหวัด ได้แก่ ลพบุรี สุพรรณบุรี นครนายก สระแก้ว ตราด จันทบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม ปราจีนบุรี ชัยนาท อ่างทอง และสิงห์บุรี

2.4) ภาคใต้ 9 จังหวัด ได้แก่ นครศรีธรรมราช พัทลุง ตรัง สตูล ชุมพร ระนอง นราธิวาส ยะลา และปัตตานี

การพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน หมายถึง การพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนในอนาคต ซึ่งใช้ฐานข้อมูลจากจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นในอดีตที่ผ่านมา

จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน หมายถึง จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนจากทั่วประเทศไทย โดยเป็นข้อมูลที่มาจาก 3 หน่วยงาน ได้แก่ กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และการทางพิเศษแห่งประเทศไทย ซึ่งการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละครั้งอาจส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ถนน และสร้างความเสียหายในด้านต่างๆได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรอง
2. สามารถพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรองได้
3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่มีความสนใจ สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในการวางแผนมาตรการป้องกันอุบัติเหตุ และรับมือให้เป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์เดี่ยวและวิธีการพยากรณ์ร่วม ทั้งนี้ หากวิธีใดที่ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ต่ำที่สุด จะถูกพิจารณาว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการพยากรณ์ชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักและจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 นอกจากนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการวิเคราะห์และประเมินผลของวิธีการที่ใช้ในการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการพยากรณ์

2.1.1 ความหมายและความสำคัญของการพยากรณ์

2.1.2 ขั้นตอนพื้นฐานของการพยากรณ์

2.1.3 วิธีการพยากรณ์

2.1.4 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

2.1.5 วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series Method)

2.1.6 วิธีการพยากรณ์ร่วม (Combined Forecasts Method)

2.1.7 การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

2.2 อุบัติเหตุบนท้องถนน

2.3 การแบ่งเมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรอง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการพยากรณ์

2.1.1 ความหมายและความสำคัญของการพยากรณ์

การพยากรณ์ (Forecasting) หมายถึง การคาดคะเน การทำนายการเกิดเหตุการณ์หรือสภาพการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต โดยการพยากรณ์จะทำการศึกษาแนวโน้ม และรูปแบบการเกิดของเหตุการณ์ หรือสภาพการณ์จากข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในอดีต และ/หรือใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ และวิจรรย์ญาณของผู้พยากรณ์ ซึ่งการพยากรณ์มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการวางแผน และการตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานของหลากหลายองค์กร เพื่อช่วยในการเตรียมความพร้อมในการรับมือกับความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคตด้วยความเชื่อมั่นระดับหนึ่ง นอกจากนี้ จะทำให้การวางแผนหรือการตัดสินใจในการดำเนินงานเป็นไปได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตาม การเกิดเหตุการณ์หรือสภาพการณ์หนึ่งนั้นเป็นการเกิดภายใต้ความไม่แน่นอน ดังนั้น การพยากรณ์ที่ให้ความแม่นยำมากที่สุดจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพยากรณ์

2.1.2 ขั้นตอนพื้นฐานของการพยากรณ์

2.1.2.1 กำหนดวัตถุประสงค์ที่สนใจ ระบุให้ชัดเจนว่าต้องการพยากรณ์อะไร เพื่ออะไร และจะนำผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ไปใช้ในด้านใด

2.1.2.2 เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเป้าหมาย เช่น ข้อมูลของยอดขายในอดีต อุณหภูมิ จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ หรือปัจจัยทางเศรษฐกิจ และตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล ที่ต้องการนำมาใช้ในการพยากรณ์

2.1.2.3 สำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยใช้การพล็อตกราฟ (Visualization) เพื่อดูเส้นแนวโน้ม หรือการกระจายของข้อมูล และตรวจสอบรูปแบบข้อมูล เช่น ฤดูกาล แนวโน้ม และความผันผวนของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์

2.1.2.4 กำหนดช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ เช่น รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส หรือรายปี

2.1.2.5 เลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับชุดข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์

2.1.2.6 ตรวจสอบความถูกต้องและประเมินความแม่นยำของค่าที่ได้จากการพยากรณ์กับค่าจริงที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ เพื่อปรับเปลี่ยนวิธีการพยากรณ์ให้มีความเหมาะสม เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป

2.1.3 วิธีการพยากรณ์

การพยากรณ์เพื่อทำนายสภาพการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 วิธี ได้แก่

1) การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Methods)

การพยากรณ์เชิงคุณภาพเป็นการพยากรณ์สภาพการณ์ในอนาคตโดยใช้ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ การวิจัยการตลาด และการสำรวจผู้บริโภคเป็นหลัก ไม่ได้พิจารณาจากข้อมูลที่รวบรวมมาเพียงอย่างเดียว หรือใช้ในกรณีที่ไม่มี การเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีต

2) พยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting Method)

พยากรณ์เชิงปริมาณเป็นการพยากรณ์สภาพการณ์ในอนาคตโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณที่มีการเก็บรวบรวมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะที่เป็นรายปี รายไตรมาส หรือรายเดือน เรียกว่า อนุกรมเวลา (Time Series) และใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิธีการทางสถิติเพื่อทำนายผล ซึ่งผู้ที่ทำการพยากรณ์จะต้องทำการตรวจสอบรูปแบบของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ว่ามีลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบใด จึงเลือกวิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูลนั้น ๆ การพยากรณ์เชิงปริมาณแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ ได้แก่ การวิเคราะห์อนุกรมเวลา การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยหรือตัวแปร และการตรวจสอบการดำเนินงาน ซึ่งในการพยากรณ์เชิงปริมาณมักพิจารณาปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องร่วมด้วย เพื่อช่วยให้การพยากรณ์แม่นยำมากยิ่งขึ้น และประเมินอนาคตได้อย่างสมเหตุสมผล

2.1.4 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเป็นการพยากรณ์ที่อาศัยข้อมูลในอดีตมาพิจารณา ว่าเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร มีการเคลื่อนไหวมากน้อยเพียงใด ซึ่งในการวิเคราะห์อนุกรมเวลานี้มีข้อสมมุติว่าการเคลื่อนไหวของข้อมูลในอนาคตจะไม่แตกต่างกับอดีตที่เกิดขึ้นแล้ว เพื่อควบคุมการทำงานของกระบวนการในองค์กรต่าง ๆ ว่าได้มีการทำงานอยู่ในระดับที่น่าพอใจหรือไม่

2.1.4.1 ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลานั้นขึ้นอยู่กับส่วนประกอบต่าง ๆ ซึ่งมี 4 ส่วน ได้แก่

1) แนวโน้ม (Trend)

แนวโน้ม หมายถึงการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาว ซึ่งอาจจะเป็นแนวโน้มขึ้นหรือลงก็ได้ แนวโน้มจะสะท้อนให้เห็นถึงความเจริญและความเสื่อมของเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น การเติบโตของการตลาด ราคาทองคำ ราคาน้ำมัน ภาวะเงินเฟ้อ จำนวนคนว่างงาน ซึ่งอาจจะขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวกับภาวะของเศรษฐกิจของโลก

2) อิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Effect)

การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีผลเนื่องจากฤดูกาล การเคลื่อนไหวจะมีรูปแบบเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีกในช่วงเวลาหนึ่ง ปัจจัยที่ก่อให้เกิดอิทธิพลของฤดูกาลมีได้หลายปัจจัย เช่น สภาพอากาศ อุณหภูมิ วัฒนธรรม หรือกำหนดการตามปฏิทินที่หน่วยงานกำหนดขึ้น อนุกรมเวลาที่ใช้ในการพิจารณาอิทธิพลของฤดูกาลมักจะเป็นอนุกรมเวลาที่มีลักษณะข้อมูลเป็นรายเดือน หรือรายไตรมาสที่มีการเก็บรวบรวมไว้อย่างน้อย 2 ปีขึ้นไป

3) อิทธิพลของวัฏจักร (Cyclical Effect)

การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่เก็บรวบรวมในระยะยาวหลายปี โดยวัฏจักรหนึ่งจะครอบคลุมระยะเวลาหลายปี แต่ละช่วงจะมีการเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกันมากนัก เช่น วัฏจักรธุรกิจ (Business Cycle) ที่มีอิทธิพลต่อรายได้ของหน่วยงาน วัฏจักรอากาศ (Wheater Cycle) ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตทางการเกษตร และวัฏจักรเสื้อผ้า (Clothing Cycle) ที่มีผลต่อการแต่งกายของผู้หญิง เป็นต้น

4) เหตุการณ์ที่ผิดปกติ (Irregular Effect)

เหตุการณ์ที่ผิดปกติ เป็นการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่ไม่มีความแน่นอน ไม่ได้คาดคิดมาก่อน หรือเกิดขึ้นไม่บ่อยครั้ง เช่น น้ำท่วม พายุ อุบัติเหตุ สงคราม และโรคระบาด เป็นต้น ซึ่งเหตุการณ์ที่ผิดปกติเป็นส่วนประกอบที่ไม่สามารถวัดค่าได้

2.1.4.2 การรวมส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

การเปลี่ยนแปลงของอนุกรมเวลาได้รับอิทธิพลจากส่วนประกอบของอนุกรมเวลา ได้แก่ แนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักร และ เหตุการณ์ที่ผิดปกติ อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไป มักให้ความสำคัญกับ แนวโน้มและฤดูกาลเป็นหลัก รูปแบบการรวมองค์ประกอบเหล่านี้สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับ ลักษณะของข้อมูลและวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ ได้แก่

- 1) กรณีที่การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาคงที่ ไม่มีอิทธิพลของแนวโน้ม และไม่มีอิทธิพลของ ฤดูกาล
- 2) กรณีที่การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาไม่คงที่ โดยมีผลเนื่องมาจากอิทธิพลของแนวโน้ม แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล
- 3) กรณีที่การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาไม่คงที่ โดยมีผลเนื่องมาจากอิทธิพลของฤดูกาล แต่ไม่มีอิทธิพลของแนวโน้ม
- 4) กรณีที่การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาไม่คงที่ โดยมีผลเนื่องมาจากทั้งอิทธิพลของแนวโน้ม และมีอิทธิพลของฤดูกาล

สำหรับการรวมส่วนประกอบของอนุกรมเวลาในกรณีที่การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ไม่คงที่ เป็นได้ทั้งแบบคูณและแบบบวก ซึ่งจะทำให้อนุกรมเวลามีลักษณะที่แตกต่างกัน ในการกำหนด รูปแบบของอนุกรมเวลาว่าเป็นแบบคูณหรือแบบบวกนั้น จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์อนุกรมเวลา เนื่องจากวิธีการพยากรณ์จะแตกต่างกันตามรูปแบบที่กำหนด หากกำหนดรูปแบบผิดพลาดจะทำให้ ค่าพยากรณ์ที่ได้ต่างจากค่าจริงมาก หรือทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์สูง

2.1.5 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) : การพยากรณ์เดี่ยว

2.1.5.1 วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังของวินเทอร์ (Exponential Smoothing Winters' Method)

วิธีการวินเทอร์ เหมาะสำหรับใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลที่มีแนวโน้ม และมีอิทธิพลของฤดูกาล และใช้พยากรณ์ระยะสั้นจนถึงปานกลาง ข้อมูลไม่ควรเป็นรายปี เพราะจะทำให้ไม่สามารถแยกอิทธิพลของฤดูกาลได้ ดังนั้นข้อมูลควรอยู่ในรูปรายเดือน รายสัปดาห์ หรือรายไตรมาส

1) วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (Winters' Additive Exponential Smoothing Method)

วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก เหมาะสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวจากทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลต่อค่าของอนุกรมเวลามีค่าคงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป และไม่เปลี่ยนแปลงตามระดับของข้อมูลอนุกรมเวลา

ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก แสดงดังนี้

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + S_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

โดยที่

Y_t คือ ค่าข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ คาบเวลาที่ t

β_0, β_1 คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

S_t คือ ค่าความผันแปรตามฤดูกาล ณ เวลา t

รูปแบบการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) + \hat{S}_{t-p+m} \quad (2)$$

เมื่อ

ค่า a_t คือระดับของข้อมูล หรือส่วนที่ปรับให้เรียบ โดยที่

$$a_t = \alpha(Y_t + \hat{S}_{t-p}) + (1 - \alpha)[a_{t-1} + b_{t-1}] \quad (3)$$

ค่า b_t คือค่าแนวโน้ม โดยที่ $b_t = \gamma(a_t + a_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$ (4)

ค่า $\hat{S}_t$ คือค่าฤดูกาล โดยที่ $\hat{S}_t = \delta(Y_t + a_t) + (1 - \delta)\hat{S}_{t-p}$ (5)

p เป็นจำนวนฤดูกาล

α คือ ค่าคงที่สำหรับปรับเรียบระหว่างข้อมูลและค่าพยากรณ์ ($0 \leq \alpha \leq 1$)

γ คือ ค่าคงที่ปรับเรียบระหว่างค่าแนวโน้มจริงและค่าประมาณแนวโน้ม ($0 \leq \gamma \leq 1$)

δ คือ ค่าคงที่ปรับเรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงและค่าประมาณฤดูกาล ($0 \leq \delta \leq 1$)

2) วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Winters' Multiplicative Exponential Smoothing Method)

วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวจากทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้น หรือลดลงเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป และมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับข้อมูลอนุกรมเวลา เช่น หากค่าข้อมูลเพิ่มขึ้น ฤดูกาลจะขยายใหญ่ขึ้น และเมื่อค่าข้อมูลลดลง ฤดูกาลจะลดลงตามไปด้วย

ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ แสดงดังนี้

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) S_t \varepsilon_t \quad (6)$$

โดยที่

Y_t คือ ค่าข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ คาบเวลา t

β_0, β_1 คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

S_t คือ ค่าความผันแปรตามฤดูกาล ณ เวลา t

รูปแบบการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+m} = \begin{cases} (a_t + b_t(m)) \hat{S}_t & , \text{when } t \leq p \\ (a_t + b_t(m)) \hat{S}_{t-p+m} & , \text{when } t > p \end{cases} \quad (7)$$

เมื่อ

ค่า a_t คือระดับของข้อมูล หรือส่วนที่ปรับให้เรียบ

$$a_t = \begin{cases} \frac{\alpha Y_t}{\hat{S}_t} + (1 - \alpha)[a_{t-1} + b_{t-1}], & \text{when } t \leq p \\ \frac{\alpha Y_t}{\hat{S}_{t-p}} + (1 - \alpha)[a_{t-1} + b_{t-1}], & \text{when } t > p \end{cases} \quad (8)$$

ค่า b_t คือค่าแนวโน้ม โดยที่ $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$ (9)

ค่า $\hat{S}_t$ คือค่าฤดูกาล โดยที่ $\hat{S}_t = \frac{\delta Y_t}{a_t} + (1 - \delta)\hat{S}_{t-p}$ (10)

p เป็นจำนวนฤดูกาล

α คือ ค่าคงที่สำหรับปรับเรียบระหว่างข้อมูลและค่าพยากรณ์ ($0 \leq \alpha \leq 1$)

γ คือ ค่าคงที่ปรับเรียบค่าแนวโน้มจริงและค่าประมาณแนวโน้ม ($0 \leq \gamma \leq 1$)

δ คือ ค่าคงที่ปรับเรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงและค่าประมาณฤดูกาล ($0 \leq \delta \leq 1$)

2.1.5.2 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method)

1) กรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม มีแต่ความผันแปรตามฤดูกาล ในกรณีนี้จำนวนตัวแปรตามมีที่สร้างขึ้นจะมีจำนวนเท่ากับ $L-1$ ตัว โดยที่ L เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี

$$S_{it} = \begin{cases} 1 & \text{เมื่อค่าสังเกต } Y_t \text{ ตกอยู่ในฤดูกาล } i, i = 1, 2, 3, \dots, L-1 \\ 0 & \text{เมื่อค่าสังเกต } Y_t \text{ ไม่ตกอยู่ในฤดูกาล } i, i = 1, 2, 3, \dots, L-1 \end{cases} \quad (11)$$

ตัวแบบการถดถอยคือ

$$Y_t = \alpha + \beta_1 S_{1t} + \beta_2 S_{2t} + \beta_3 S_{3t} + \dots + \beta_{L-1} S_{L-1,t} + \varepsilon_t \quad (12)$$

โดยที่

Y_t คือ ค่าข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ คาบเวลา t

α คือ ระยะที่ตัดแกนตั้ง (Y-intercept)

β_i คือ ค่าวัดความผันแปรตามฤดูกาลที่ i เมื่อเทียบกับฤดูกาลที่ L สำหรับ $i = 1, 2, \dots, L-1$

เมื่อ β_i เป็นบวก แสดงว่าฤดูกาลที่ i มีความผันแปรเหนือฤดูกาลที่ L

และเมื่อ β_i เป็นลบ แสดงว่าฤดูกาลที่ i มีความผันแปรน้อยกว่าฤดูกาลที่ L

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

สมการที่ใช้ในการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_t = a + b_1 S_{1t} + b_2 S_{2t} + b_3 S_{3t} + \dots + b_{L-1} S_{L-1,t} \quad (13)$$

โดยที่ ค่า a, b เป็นค่าประมาณของ α, β ตามลำดับ

ค่า $b_1, b_2, b_3, \dots, b_{L-1}$ เป็นค่าประมาณของ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_{L-1}$ ตามลำดับ

2) กรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลามีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและมีความผันแปรตามฤดูกาล

ตัวแบบการถดถอยคือ

$$Y_t = \alpha + \beta t + \beta_1 S_{1t} + \beta_2 S_{2t} + \beta_3 S_{3t} + \cdots + \beta_{L-1} S_{L-1,t} + \varepsilon_t \quad (14)$$

โดยที่

Y_t คือ ค่าข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ คาบเวลาที่ t

α คือ ระยะที่ตัดแกนตั้ง (Y-intercept)

β คือ อัตราการเพิ่มหรือลดของ Y_t เมื่อเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย

β_i คือ ค่าวัดความผันแปรตามฤดูกาลที่ i เมื่อเทียบกับฤดูกาลที่ L
สำหรับ $i = 1, 2, \dots, L - 1$

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

สมการที่ใช้ในการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_t = a + bt + b_1 S_{1t} + b_2 S_{2t} + b_3 S_{3t} + \cdots + b_{L-1} S_{L-1,t} \quad (15)$$

สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีการถดถอย เมื่อทำการตรวจสอบตัวแบบแล้วพบว่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน สามารถกำหนดให้เป็นตัวแบบ AR(1) ได้ โดยที่

$$\varepsilon_t = \phi \varepsilon_{t-1}$$

2.1.5.3 วิธีบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

การพยากรณ์แบบ Box-Jenkins เป็นวิธีที่ให้ค่าความแม่นยำสูงสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น โดยกระบวนการพยากรณ์นี้ต้องอาศัยข้อมูลอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary Series) กล่าวคือ อนุกรมเวลานั้นต้องมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่สำหรับแต่ละเวลา

หากอนุกรมเวลามีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารีแล้ว รูปแบบของโมเดลที่ใช้ในการพยากรณ์จะอยู่ในกลุ่มของ $ARMA(p, q)$ (Autoregressive and Moving Average Order p and q Model) ซึ่งเป็นการรวมกันของสององค์ประกอบ ได้แก่

1) ตัวแบบ $AR(p)$ (Autoregressive Model of Order p) หมายถึง ตัวแบบที่ค่าของตัวแปรตาม Y_t ขึ้นอยู่กับค่าของตัวแปรในอดีต $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ หรือค่าสังเกตที่เกิดขึ้นก่อนหน้า p คาหน่วยเวลา

2) ตัวแบบ $MA(q)$ (Moving Average Model of Order q) หมายถึง ตัวแบบที่ค่าของตัวแปรตาม Y_t ขึ้นอยู่กับค่าของความคลาดเคลื่อน $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$ หรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นก่อนหน้า q คาหน่วยเวลา

อย่างไรก็ตาม หากอนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารี (Nonstationary series) กล่าวคือ มีค่าเฉลี่ยหรือค่าความแปรปรวนที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา จะไม่สามารถใช้ตัวแบบ $ARMA(p, q)$ ได้โดยตรง จำเป็นต้องทำการแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีเสียก่อน ซึ่งสามารถทำได้โดยวิธีการหาผลต่างของข้อมูล (Differencing)

สำหรับการแปลงอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีที่มีทั้งแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล ให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี จะใช้ทั้งการหาผลต่างปกติ (d) เพื่อลดแนวโน้มของข้อมูล และใช้การหาผลต่างตามฤดูกาล (D) เพื่อลดผลกระทบของฤดูกาล ซึ่งค่า d และ D จะพิจารณาจากจำนวนที่ต้องทำให้อนุกรมเวลากลายเป็นสเตชันนารี

หลังจากทำให้อนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีแล้ว สามารถกำหนดรูปแบบของโมเดลได้ดังนี้

1) ตัวแบบ $ARIMA(p, d, q)$ (Autoregressive Integrated Moving Average Order p, d, q Model) เป็นตัวแบบที่ใช้กับข้อมูลที่มีแนวโน้ม โดยเป็นการขยายโมเดล $ARMA(p, q)$ โดยเพิ่มองค์ประกอบ Differencing (d) เพื่อให้ข้อมูลเป็นสเตชันนารี

2) ตัวแบบ $SARIMA(P, D, Q)_L$ (Seasonal ARIMA Model of Order P, D, Q with Seasonal Lag L) เป็นการขยายตัวแบบ $ARIMA$ เพื่อให้สามารถรองรับข้อมูลที่มีฤดูกาล โดยเพิ่มพารามิเตอร์ P, D, Q ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกับฤดูกาล และ L ซึ่งเป็นคาบของฤดูกาล

อนุกรมเวลาใหม่ที่เป็นสเตชันนารีแล้ว หากเป็นอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล สามารถเขียนในรูปของ Backshift Operator ในรูปแบบ $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_L$

ตัวแบบพยายกรณ์คือ

$$(1 - B)^d (1 - B^L)^D (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) (1 - \phi_L B^L - \phi_{2L} B^{2L} - \dots - \phi_{PL} B^{PL}) Y_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) (1 - \theta_L B^L - \theta_{2L} B^{2L} - \dots - \theta_{QL} B^{QL}) \varepsilon_t \quad (16)$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ คาบเวลาที่ t

θ_0 คือ ค่าคงที่

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยในตัว

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ คือ สัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

$\phi_L, \phi_{2L}, \dots, \phi_{PL}$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยในส่วนของฤดูกาล

$\theta_L, \theta_{2L}, \dots, \theta_{QL}$ คือ สัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ส่วนฤดูกาล

B คือ ตัวดำเนินการถดถอยหลังเวลา โดยที่ $B^m Y_t = Y_{t-m}$

p คือ อันดับของตัวแบบการถดถอย

d คือ จำนวนครั้งของการทำผลต่างเพื่อให้อนุกรมเวลาอยู่ในสภาวะคงที่

- q คือ อันดับของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
- P คือ อันดับของตัวแบบการถดถอยฤดูกาล
- D คือ จำนวนครั้งของการทำผลต่างฤดูกาล
- Q คือ อันดับของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ฤดูกาล
- L คือ จำนวนฤดูกาล (อนุกรมเวลารายเดือน $L = 12$)
- ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลาที่ t และ $\varepsilon_t \sim Nid(0, \sigma^2)$

ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins มีขั้นตอนดังนี้

1) การกำหนดรูปแบบ (Identification) เป็นการหารูปแบบ $ARMA(p, q)$ ที่คาดว่าจะเหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ของอนุกรมเวลา โดยอนุกรมเวลาที่จะนำมากำหนดรูปแบบจะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่สแตชันนารีเท่านั้น หากไม่เป็นสแตชันนารีจะต้องทำการแปลงให้เป็นสแตชันนารีเสียก่อน

2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบ (Estimation) โดยสมการที่สร้างขึ้นจะมีจำนวนเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณ ส่วนค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวเลขจะได้รับการแก้สมการที่สร้างขึ้นจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ขั้นตอนของการวิเคราะห์ตัวเลขจะต้องมีการกำหนดค่าประมาณเริ่มต้น เมื่อการวิเคราะห์สิ้นสุดจะได้ค่าประมาณสุดท้ายที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างสมการพยากรณ์

3) การตรวจสอบรูปแบบ (Diagnostic Checking) เป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากข้อตกของเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ที่ได้จากการพยากรณ์อนุกรมเวลาดังกล่าว

2.1.6 การพยากรณ์ร่วม (Combined Forecasts)

การพยากรณ์ร่วมเป็นการรวมกันของค่าพยากรณ์เดี่ยวตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไป เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ใหม่ที่มีความแม่นยำมากขึ้นและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งหลักการในการพยากรณ์ร่วมนั้นจะเป็นการพิจารณาตัวแบบพยากรณ์ที่มีพื้นฐานต่างกัน และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีการพยากรณ์นั้น ๆ โดยการหาค่าพยากรณ์ร่วม (Combined Forecast: CF) มีตัวแบบคือ

$$CF_{it} = \sum_{i=1}^m W_i \hat{Y}_{it} \quad (17)$$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ i
 $\hat{Y}_{it}$ คือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่ i ณ คาบเวลา t
 i คือ วิธีการพยากรณ์ที่ i ; $i = 1, 2, \dots, m$
 t คือ คาบเวลา ; $t = 1, 2, \dots, n$
 m คือ จำนวนวิธีการพยากรณ์เดี่ยว

2.1.6.1 วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted Method: EW)

วิธีการนี้จะให้ความสำคัญแก่วิธีการพยากรณ์เดี่ยวแต่ละวิธีที่นำมารวมกัน เท่า ๆ กัน ดังนั้นสูตรการคำนวณเพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนัก คือ

$$W_i = \frac{1}{m} \quad (18)$$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ i
 m คือ จำนวนวิธีการพยากรณ์เดี่ยว

2.1.6.2 วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการถดถอย

ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย จะทำการเลือกตัวแปรโดยวิธี Stepwise ซึ่งมีตัวแบบการคำนวณ ดังนี้

$$CF_{it} = \beta_0 + \sum_{t=1}^n \beta_i \hat{Y}_{it} + \varepsilon_t \quad (19)$$

โดยที่ $\hat{Y}_{it}$ คือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่ i ณ คาบเวลา t
 i คือ วิธีการพยากรณ์ที่ i ; $i = 1, 2, \dots, m$
 t คือ คาบเวลา ; $t = 1, 2, \dots, n$

2.1.6.3 วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE (MAPE-Based combination)

วิธีการรวมผลการพยากรณ์แบบอิงค่า MAPE จะมีการคำนวณค่าน้ำหนัก (W_i) โดยอ้างอิงจากค่า MAPE ของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดี่ยว ค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 และผลรวมของค่าน้ำหนักทั้งหมดจะเท่ากับ 1 ซึ่งมีสูตรการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$W_i = \frac{100 - MAPE_{w_i}}{\sum_{i=1}^m 100 - MAPE_{w_i}} \quad (20)$$

$$\text{เมื่อ } MAPE_{w_i} = \left(\frac{100}{n} \right) \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \quad (21)$$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ i
 Y_t คือ ค่าจริงของข้อมูล
 $\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ของข้อมูล
 n คือ จำนวนข้อมูล

2.1.6.4 วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted Method: UNEW)

การรวมผลการพยากรณ์ที่ให้น้ำหนักกับแต่ละวิธีการพยากรณ์เดี่ยวไม่เท่ากัน โดยพิจารณาจากจำนวนครั้งที่แต่ละวิธีให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด หากวิธีการพยากรณ์ใดให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำบ่อยครั้ง จะได้รับน้ำหนักมากขึ้น และในทางกลับกันถ้าวิธีการพยากรณ์ใดให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูงบ่อยครั้ง จะได้รับน้ำหนักน้อย ซึ่งมีสูตรการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$W_i = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดในวิธี } i}{\text{ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการพยากรณ์}} \quad (22)$$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์ที่ i
 n คือ จำนวนครั้งที่ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดในวิธีที่ i

2.1.6.5 วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ (Weighted Ranking Method: WR)

วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ เป็นการรวมผลการพยากรณ์ที่ให้น้ำหนักกับแต่ละวิธีการพยากรณ์ โดยกำหนดค่าอันดับให้แต่ละวิธีการพยากรณ์ซึ่งพิจารณาจากค่า MAPE ของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดี่ยว หากวิธีการพยากรณ์ใดให้ค่า MAPE มากที่สุด ค่าอันดับที่ได้จะน้อยที่สุด และในทางกลับกันถ้าวิธีการพยากรณ์ใดให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด จะได้รับค่าอันดับที่มากที่สุด จากนั้นนำค่าอันดับที่ได้ของแต่ละวิธีหารด้วยผลรวมของค่าอันดับทั้งหมดเพื่อคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์ ซึ่งมีสูตรการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$W_i = \frac{\psi_i}{\sum_{i=1}^m \psi_i} \quad (23)$$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ i
 ψ_i คือ ค่าอันดับของวิธีการพยากรณ์ที่ i
 $\sum_{i=1}^m \psi_i$ คือ ผลรวมของค่าอันดับทั้งหมดของวิธีการพยากรณ์ที่ i
 $i = 1, 2, \dots, m$
 m คือ จำนวนวิธีการพยากรณ์เดี่ยว

2.1.7 การเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์

วิธีการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ที่ต่างกัน อาจพิจารณาเปรียบเทียบความเอนเอียงของค่าพยากรณ์ หรือเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ เราอาจเปรียบเทียบโดยใช้ค่าวัดความคลาดเคลื่อนดังนี้

ค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \times 100 \quad (24)$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ คาบเวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ คาบเวลา t

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

โดยพิจารณาจากค่า MAPE ของการพยากรณ์ในแต่ละวิธี และเลือกตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดเป็นตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์

2.2 อุบัติเหตุบนท้องถนน

อุบัติเหตุบนท้องถนน หมายถึง การชนหรืออุบัติการณ์ซึ่งมีพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ เพื่อวัตถุประสงค์ในการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ซึ่งเกิดบริเวณทางตามกฎหมายว่าด้วยจราจรทางบก รวมทั้งทางส่วนบุคคล ทั้งที่มีคูกรณีและไม่มีคูกรณี เป็นเหตุให้มีผู้บาดเจ็บหรือมีผู้เสียชีวิต หรือทรัพย์สินเสียหาย

รายงานการวิเคราะห์สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนของกระทรวงคมนาคมในปี พ.ศ.2565 ระบุว่าในบริเวณความรับผิดชอบของทางหลวง มีข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุของยานพาหนะสูงสุด 29,109 คัน เนื่องจากเป็นถนนที่เชื่อมระหว่างเมืองและระหว่างจังหวัด ปริมาณการเดินทางและการขนส่งสินค้าโดยใช้รถยนต์ และรถจักรยานยนต์มีสัดส่วนที่สูงกว่า เมื่อเทียบกับสายทางในความรับผิดชอบของกระทรวงคมนาคมประเภทอื่นๆ และอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนถนนส่วนใหญ่มักเกิดในช่วงเทศกาลสำคัญของประเทศไทย ได้แก่ เทศกาลปีใหม่ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม

และเทศกาลสงกรานต์ในช่วงเดือนเมษายน ส่งผลให้มีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุดเมื่อเทียบกับเดือนอื่น ๆ

จากสถิติของกองป้องกันการบาดเจ็บ กรมควบคุมโรค ได้รายงานสถานการณ์ความปลอดภัยทางถนนโลก พบว่าอันดับการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2566 มีแนวโน้มลดลง จำนวนผู้เสียชีวิตเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 22,815 คน และในช่วงปี พ.ศ. 2561 ถึง พ.ศ. 2565 ภายในระยะเวลา 5 ปี มีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจำนวน 92,002 คน เฉลี่ยปีละ 18,400 รายต่อปี

2.2.1 ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน

ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย สามารถแบ่งออกเป็น 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยด้านผู้ขับขี่ ปัจจัยด้านยานพาหนะ และปัจจัยด้านถนนและสภาพแวดล้อม

1) ปัจจัยด้านผู้ขับขี่

- 1.1) การขับรถเร็วเกินกว่ากฎหมายกำหนด โดยเฉพาะบนถนนทางตรง
- 1.2) การขับรถตื้อหน้ากระชั้นชิด ซึ่งเสี่ยงต่อการสูญเสียการควบคุมหรือไม่สามารถหยุดรถได้ทันเวลาที่
- 1.3) ความอ่อนล้า หรือการหลับในขณะขับรถ รวมถึงการที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคลมชัก ตาบอดสี ตาพร่า น้ำตาลในเลือดต่ำ อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้
- 1.4) การเมาแล้วขับ หรือดื่มสุราขณะขับรถ จะทำให้สมรรถภาพในการขับขี่ลดลง
- 1.5) ขาดความรู้หรือทักษะในการขับขี่
- 1.6) การใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับขี่
- 1.7) ไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบหรือข้อบังคับ เช่น ไม่คาดเข็มขัดนิรภัย ไม่สวมหมวกกันน็อก ขับรถเร็ว ขับแข่งขายแข่งขวาในที่คับขัน

2) ปัจจัยด้านยานพาหนะ

2.1) ระบบเบรก ล้อ หรือเครื่องยนต์ขัดข้อง ทำให้รถไม่สามารถหยุดหรือชะลอความเร็วลงได้ตามความต้องการ

2.2) ยางเสื่อมสภาพหรือไม่เหมาะสมกับสภาพถนน เมื่อขับขี่ด้วยความเร็วสูง หรือบนถนนลื่น เสี่ยงต่อการระเบิดของยางได้ ส่งผลให้รถเสียการทรงตัวพลิกคว่ำได้ง่าย

2.3) การบรรทุกน้ำหนักเกินมาตรฐาน อาจส่งผลให้ยางแตกได้ และต้องใช้ระยะในการเบรกมากกว่าปกติ หรือหากมีเหตุให้ต้องเบรกในระยะกระชั้นชิดจะทำให้ไม่สามารถหยุดรถได้

2.4) ขาดการบำรุงรักษารถยนต์อย่างเหมาะสม

3) ปัจจัยด้านถนนและสภาพแวดล้อม

3.1) จุดเสี่ยงหรือบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุ เช่น ทางโค้งอันตราย ทางแยก ทางตรง ทางเบี่ยง ทางลาดชัน ซึ่งบริเวณที่มักเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ ทางตรง โดยสภาพถนนที่ดีเรียบ มักทำให้ผู้ขับขี่ขาดความระมัดระวัง และขับขี่ด้วยความเร็วสูง

3.2) ถนนขรุขระ ชำรุด หรือไม่มีสัญญาณเตือนที่ชัดเจน

3.3) สภาพแสงสว่างบนถนน เช่น บนถนนที่ไม่มีไฟส่องสว่าง รวมทั้งการใช้ไฟสูง จะทำให้ผู้ใช้ถนนที่สวนมาในทิศตรงกันข้ามมองไม่ชัดเจน ทำให้ทัศนวิสัยในการมองน้อยลง ย่อมเป็นอันตรายต่อการขับขี่

3.3) การออกแบบถนนที่ไม่เหมาะสม เช่น ทางร่วม ทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟ

3.4) สภาพอากาศ เช่น ฝนตก หมอกหนา หรือถนนลื่น แต่ในสภาพอากาศที่ดีก็มีโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุได้เช่นกัน เนื่องจากผู้ขับขี่ขับด้วยความเร็วสูง และขาดความระมัดระวัง

2.2.2 การป้องกันอุบัติเหตุบนท้องถนน

อุบัติเหตุบนท้องถนน สามารถป้องกันเพื่อลดความเสี่ยงได้ดังนี้

1) ผู้ขับขี่จะต้องมีความพร้อมทั้งสภาพร่างกายและจิตใจ ไม่เจ็บป่วย ไม่เสพสารเสพติด หรือยาที่มีสารออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท และผู้ขับขี่ต้องมีสภาพจิตใจที่ปกติ ไม่โกรธ วิตกกังวล ซึมเศร้า หรือเครียด

2) มีความพร้อมทางด้านการขับขี่ เช่น มีความชำนาญในการขับรถ ปฏิบัติตามกฎหมายอย่างเคร่งครัด และใช้อุปกรณ์นิรภัยทุกครั้งที่ขับขี่ ทั้งผู้ขับขี่และคนโดยสาร

3) ความพร้อมของรถ ต้องมีการตรวจสอบสภาพ บำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะระบบ เบรก ยางรถ แตร กระจกส่องหลัง และไฟสัญญาณต่าง ๆ

4) ควรวางแผนการเดินทาง ศึกษาเส้นทางก่อนการเดินทาง และศึกษาสภาพแวดล้อมของ เส้นทางที่จะไป ควรตรวจสอบจุดจอดพัก จุดเติมน้ำมัน หากต้องเดินทางระยะไกลหรือบริเวณทาง ค่วน

5) ผู้ขับขี่จะต้องมีความรู้ในการขับขี่ ต้องทราบเครื่องหมาย และสัญญาณไฟจราจรต่าง ๆ

6) ทุกครั้งที่ขับขี่ยานพาหนะ ผู้ขับขี่ต้องมีความระมัดระวัง มีสติมั่นคง ไม่ตกใจง่าย สามารถ ควบคุมสติได้ดี ซึ่งจะทำให้ตัดสินใจ และเลือกใช้วิธีแก้สถานการณ์เฉพาะหน้าได้ถูกต้อง

2.3 เมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรอง

ในการบริหารและส่งเสริมการท่องเที่ยวภายในของประเทศไทย รัฐบาลและการท่องเที่ยว แห่งประเทศไทย (ททท.) ได้แบ่งจังหวัดต่าง ๆ ออกเป็น เมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรอง ซึ่งเป็นกลยุทธ์สำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของประเทศไทย เพื่อกระจายรายได้และ ลดความแออัดในพื้นที่ที่ได้รับความนิยมสูง

2.3.1) เมืองท่องเที่ยวหลัก เป็นกลุ่มของจังหวัดที่มีนักท่องเที่ยวเดินทางเข้ามาจำนวนมาก มีแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียง มีโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกที่พร้อมรองรับ นักท่องเที่ยว เช่น สนามบิน โรงแรม และกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวสูง ซึ่ง จังหวัดที่อยู่ในกลุ่มของเมืองท่องเที่ยวหลัก คือ กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล รวมไปถึงจังหวัดที่มี จำนวนนักท่องเที่ยว มากกว่า 6,000,000 คนต่อปี ซึ่งมีจำนวน 22 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สมุทรปราการ สมุทรสาคร เชียงใหม่ ขอนแก่น นครราชสีมา กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง กระบี่ พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี สงขลา และสระบุรี

2.3.2) เมืองท่องเที่ยวรอง เป็นจังหวัดที่ยังไม่ได้รับความนิยมเท่าเมืองท่องเที่ยวหลัก มีแหล่ง ท่องเที่ยวที่สวยงามแต่ยังไม่เป็นที่รู้จักในวงกว้าง นักท่องเที่ยวเข้าไปไม่มากนัก ปีหนึ่งต่ำกว่า 4,000,000 คนต่อปี จึงจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ทางรัฐบาล และการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยจึงมีมาตรการต่าง ๆ เพื่อช่วยกระจายรายได้สู่ชุมชนท้องถิ่นมากขึ้น

อีกทั้งยังช่วยรักษาสมดุทางธรรมชาติและวัฒนธรรม ซึ่งจังหวัดที่อยู่ในกลุ่มของเมืองท่องเที่ยวรอง มีจำนวน 55 จังหวัด โดยแบ่งออกเป็นดังนี้

(1) ภาคเหนือ 16 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย พิษณุโลก ตาก เพชรบูรณ์ นครสวรรค์ สุโขทัย ลำพูน อุตรดิตถ์ ลำปาง แม่ฮ่องสอน พิจิตร แพร่ น่าน กำแพงเพชร อุทัยธานี และพะเยา

(2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 18 จังหวัด ได้แก่ อุตรธานี อุบลราชธานี หนองคาย เลย มุกดาหาร บัรรัมย์ ชัยภูมิ ศรีสะเกษ สุรินทร์ สกลนคร นครพนม ร้อยเอ็ด มหาสารคาม บึงกาฬ กาฬสินธุ์ ยโสธร หนองบัวลำภู และอำนาจเจริญ

(3) ภาคกลาง, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก 12 จังหวัด ได้แก่ ลพบุรี สุพรรณบุรี นครนายก สระแก้ว ตราด จันทบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม ปราชินบุรี ชัยนาท อ่างทอง และสิงห์บุรี

(4) ภาคใต้ 9 จังหวัด ได้แก่ นครศรีธรรมราช พัทลุง ตรัง สตูล ชุมพร ระนอง นราธิวาส ยะลา และปัตตานี

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กนกกาญจน์ ศรีสุรินทร์(2567) ทำการศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย โดยใช้วิธีการแยกส่วนประกอบ วิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ และวิธีการพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์ โดยพิจารณาจากข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนรายเดือน พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ. 2565 เปรียบเทียบผลพยากรณ์ของปี พ.ศ. 2566 และใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (MAPE) ต่ำที่สุดในการคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจากการศึกษาพบว่าวิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดเท่ากับ 3.30 ดังนั้นวิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย มากที่สุด รองลงมาคือ วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ตัวแบบเชิงคูณ วิธีการของบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย

ยุทธชัย มิ่งขวัญ(2566) ทำการสร้างตัวแบบและเปรียบเทียบการพยากรณ์จากข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (หน่วยต่อ 1,000 ตัน) ของภาคการผลิตไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2544 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 240 เดือน เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์จากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีวินเทอร์แบบบวก และวิธีการพยากรณ์ร่วม และใช้ข้อมูลเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 12 เดือน เพื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบการพยากรณ์และค่าจริง โดยพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบและความแม่นยำของผลการพยากรณ์จากเกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำสุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีค่า $RMSE=419.6$ และ $MAPE=5.13$ ซึ่งน้อยกว่าวิธีวินเทอร์แบบบวก ($RMSE=500.08$, $MAPE=5.93$) และวิธีการพยากรณ์ร่วม ($RMSE=458.32$, $MAPE=5.55$)

วรางคณา เรียนสุทธิ์(2566) ทำการสร้างตัวแบบและพยากรณ์ราคาน้ำมันดีเซลเฉลี่ยต่อเดือนในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 235 ค่า เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ และใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 3 เดือนเพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมและแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ผลจากการศึกษาพบว่า ตัวแบบการพยากรณ์จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากมีค่า $MAPE=0.3053$ และ $RMSE=0.1158$ ซึ่งน้อยกว่า วิธีบอกซ์-เจนกินส์ ($MAPE=1.8031$, $RMSE=0.7464$) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ ($MAPE=6.9262$, $RMSE=2.6047$) และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ ($MAPE=0.9445$, $RMSE=0.3352$)

จรรยา เทนสันเทียะ(2564) ทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม และพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวโพดสำหรับทำพันธุ์ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิในการรวบรวมสถิติการส่งออกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2563 และพยากรณ์ในอีก 12 เดือนข้างหน้า ตั้งแต่ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563 ถึง กรกฎาคม พ.ศ.2564 โดยใช้วิธีบอกซ์-เจนกินส์ และ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และทำการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนโดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่ต่ำที่สุด (MAPE) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกมีความเหมาะสมกับอนุกรมของข้าวโพดสำหรับทำพันธุ์ ส่วนวิธีบอกซ์-เจนกินส์เหมาะสมกับอนุกรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตารางคณา เรียนสุทธิ์(2563) ทำการสร้างตัวแบบและพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางพาราในประเทศไทย โดยใช้วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาเดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 96 ค่า เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ และใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 12 เดือนเพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมและแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ผลจากการศึกษาพบว่า ตัวแบบการพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์รวมมีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากมีค่า $MAPE=7.9773$ และ $RMSE=23,854,350$ ซึ่งน้อยกว่า วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย ($MAPE=7.9980$, $RMSE=24,630,683$) วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ($MAPE=8.0972$, $RMSE=24,749,247$) และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ($MAPE=9.6755$, $RMSE=29,103,148$)

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล(2562) ทำการสร้างตัวแบบและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ของตัวแบบ และพยากรณ์ราคาทุเรียนขาวขนาด 70 ตัวต่อกิโลกรัม โดยใช้วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม โดยพิจารณาจากข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2561 และใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (MAPE) ต่ำที่สุดในการคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจากการศึกษาพบว่าวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณเนื่องจากให้ค่า MAPE น้อยที่สุด ($MAPE=16.40$) ซึ่งน้อยกว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ($MAPE=19.10$) และวิธีการพยากรณ์รวม ($MAPE=17.50$)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมด้วยวิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา และเปรียบเทียบประสิทธิภาพความแม่นยำของตัวแบบด้วยวิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน เพื่อใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรอง โดยมีวิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 การจัดการและเตรียมข้อมูล

3.3.2 สร้างตัวแบบการพยากรณ์และวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.3 เปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้

3.3.4 การพยากรณ์ค่าในอนาคต

3.4 แผนผังการดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้นำมาใช้ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมจากหลายแหล่งที่มา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม

รวบรวมชุดข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคมจากเว็บไซต์ <https://datagov.mot.go.th/dataset/roadaccident> ซึ่งเป็นข้อมูลสาธารณะตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 และเป็นข้อมูลทุติยภูมิประกอบด้วยเหตุการณ์อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนถนนของกระทรวงคมนาคมได้แก่ ถนนทางหลวง ทางหลวงชนบท และการทางพิเศษแห่งประเทศไทย(ทางด่วน) ซึ่งข้อมูลเหตุการณ์อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นนี้มาจากการบันทึกโดยระบบรายงานข้อมูลอุบัติเหตุของกระทรวงคมนาคม (TRansport Accident Management Systems: TRAMS) จากชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษานี้มีจำนวนแอททริบิวต์ทั้งหมด 38 รายการ โดยจากชุดข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคมดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่น่าสนใจไปใช้ในการศึกษาจำนวน 5 แอททริบิวต์ ดังตารางที่ 3.1

ชื่อแอททริบิวต์	รายละเอียด	ชนิดของข้อมูล
วันที่เกิดเหตุ	วัน/เดือน/ปี ที่เกิดอุบัติเหตุ	Date
ACC_CODE	รหัสอุบัติเหตุจากระบบ TRAMS	Number
สายทาง	ชื่อสายทาง	Text
จังหวัด	จังหวัดที่เกิดอุบัติเหตุ	Text
รถคันที่1	ประเภทของยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุ	Text

ตาราง 3.1 แอททริบิวต์ของชุดข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคมที่ใช้วิจัย

2) ข้อมูลเมืองท่องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรอง

รวบรวมข้อมูลจำนวนจังหวัดในประเทศไทยที่ถูกจัดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มจากเว็บไซต์ <https://thai.tourismthailand.org/Destinations> ซึ่งกำหนดให้มีเมืองท่องเที่ยวหลักจำนวน 22 จังหวัด และเมืองท่องเที่ยวรองจำนวน 55 จังหวัด ทั้งนี้เป็นไปตามประกาศอธิบดีกรมสรรพากร เรื่อง กำหนดเขตพื้นที่ท่องเที่ยวสำหรับการอบรมสัมมนา และการเดินทางท่องเที่ยวและที่พักเพิ่มเติมจากจังหวัดท่องเที่ยวรอง ประกาศ ณ วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 โดยพิจารณาตามคำแนะนำของกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือเพื่อดำเนินการดังต่อไปนี้

- (1) โปรแกรม IBM SPSS Statistics 25
- (2) โปรแกรม Minitab 18
- (3) โปรแกรม Microsoft Excel

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 การจัดการและเตรียมข้อมูล

การจัดการและเตรียมข้อมูล (Data preprocessing) จากข้อมูลหลายแหล่งที่ได้รวบรวมในหัวข้อที่ 3.1 จึงต้องมีการจัดการให้ข้อมูลอยู่ในชุดเดียวกันเพื่อนำไปใช้ในการจัดกลุ่มและดำเนินการวิจัย ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) เชื่อมโยงข้อมูลรายจังหวัดซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มเมืองท่องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรอง เข้ากับข้อมูลเหตุการณ์การเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม ตัวอย่างเช่น จังหวัดนราธิวาสอยู่ในกลุ่มของเมืองท่องเที่ยวรอง จะถูกผสมผสานกับชุดข้อมูลเหตุการณ์การเกิดอุบัติเหตุผ่านตัวแปรในจังหวัดที่มีค่าเดียวกัน

2) ทำการสร้างตัวแปรเดือนปีขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์แบบเป็นรายเดือน

3) ทำความสะอาดข้อมูลโดยหาค่าของแอททริบิวต์ครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นประเภทของยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุเป็นค่าว่างจะตัดเหตุการณ์นี้ออกจากการทดลอง และหาค่าของแอททริบิวต์จังหวัดซึ่งเป็นจังหวัดที่เกิดอุบัติเหตุเป็นค่าว่าง จะทำการนำค่าที่อยู่ในแอททริบิวต์สายทางไปทำการค้นหาจังหวัดแล้วนำค่าที่ได้ไปใส่ในเหตุการณ์ที่เป็นค่าว่าง

4) นำข้อมูลไปทำการ Pivot โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อทำการนับจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดอุบัติเหตุเป็นรายเดือนและจัดกลุ่มข้อมูลให้เป็น 2 ชุด ได้แก่ อนุกรมเวลาจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก และอนุกรมเวลาจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

5) ทำการแบ่งอนุกรมเวลาจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก และอนุกรมเวลาจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

5.1) ส่วนที่ 1 จำนวน 60 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2566 ใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีต่างๆ

5.2) ส่วนที่ 2 จำนวน 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2567 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 ใช้สำหรับการตรวจสอบและเปรียบเทียบผลของการพยากรณ์ในแต่ละตัวแบบที่สร้างขึ้นด้วยข้อมูลในส่วนที่ 1

3.3.2 สร้างตัวแบบการพยากรณ์และวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ได้ข้อมูลอนุกรมเวลาจากขั้นตอนการจัดการและเตรียมข้อมูลในหัวข้อ 3.3.1 จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลชุดดังกล่าวด้วยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาวิธีต่าง ๆ โดยวิธีการพยากรณ์เดี่ยว ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method) และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) และวิธีการพยากรณ์ร่วม ได้แก่ วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW) วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE (MAPE-Based combination) วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method: UNEW) และวิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ (Weighted Ranking method: WR)

3.3.2.1 วิธีการพยากรณ์เดี่ยว

1) วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) โดยสามารถแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 พิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาว่ามีแนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักร หรือค่าผิดปกติหรือไม่ ซึ่งในการวิจัยนี้พบว่าจากข้อมูลมีลักษณะเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาและวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง คือ วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังด้วยวิธีของวินเทอร์ (Exponential Smoothing Winters' Method) ทั้งนี้ หากอิทธิพลของฤดูกาลมีค่าคงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลง และไม่เปลี่ยนแปลงตามระดับของข้อมูลอนุกรมเวลา จะใช้วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (Winters' Additive Exponential Smoothing Method) และถ้าหากอิทธิพลของฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้น หรือลดลงเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป และมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับข้อมูลอนุกรมเวลา จะใช้วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Winters' Multiplicative Exponential Smoothing Method)

ขั้นที่ 2 ประเมินค่าพารามิเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS จำนวน 3 ค่า ได้แก่ ค่าคงที่สำหรับปรับเรียบระหว่างข้อมูลและค่าพยากรณ์ (α) ค่าคงที่ปรับเรียบค่าแนวโน้มจริงและค่าประมาณแนวโน้ม (γ) และค่าคงที่ปรับเรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงและค่าประมาณฤดูกาล (δ) ที่ทำให้ค่าผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมีค่าต่ำที่สุด ($\sum e_t^2$) เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้ค่าพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำสุด และ

ขั้นที่ 3 นำค่า α, γ และ δ ที่ได้ไปประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab 18 เพื่อนำค่าที่ได้มาเขียนตัวแบบการพยากรณ์

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ซึ่งมี 4 เงื่อนไข ได้แก่ (1) ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (2) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (3) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และ (4) ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน หากทำการตรวจสอบแล้วพบว่าเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาได้

2) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method) โดยสามารถแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 พิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาว่ามีแนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักร หรือค่าผิดปกติหรือไม่ ซึ่งในการวิจัยนี้พบว่าจากข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีลักษณะเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล

ขั้นที่ 2 สร้างตัวแปรดัมมี่ซึ่งเป็นตัวแปรเหตุการณ์พิเศษ จำนวน 11 ตัวแปร

ขั้นที่ 3 เลือกวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา

ขั้นที่ 4 ประเมินค่าพารามิเตอร์ $\beta, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_{L-1}$ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เพื่อนำค่ามาเขียนตัวแบบการพยากรณ์

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ซึ่งมี 4 เงื่อนไข ได้แก่ (1) ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (2) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (3) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และ (4) ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน หากทำการตรวจสอบแล้วพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาได้

ขั้นที่ 6 เมื่อตรวจสอบตัวแบบแล้วพบว่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน สามารถกำหนดให้เป็นตัวแบบ AR(1) ได้ โดยที่ $\varepsilon_t = \phi\varepsilon_{t-1}$ จากนั้นจะต้องทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ใหม่ และตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ทั้งหมดอีกครั้ง

3) วิธีบ็อกซ์เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) โดยสามารถแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 พิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะคงที่หรือเป็นสเตชันนารีหรือไม่ โดยการพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา (Y_t, t)

ขั้นที่ 2 การกำหนดรูปแบบที่คาดว่าจะเหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function : PACF) ของอนุกรมเวลา โดยอนุกรมเวลาที่จะนำมากำหนดรูปแบบจะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีเท่านั้น หากไม่เป็นสเตชันนารีจะต้องทำการแปลงให้เป็นสเตชันนารีเสียก่อน ซึ่งสำหรับการแปลงอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีที่มีทั้งแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีนั้น จะใช้ทั้งการหาผลต่างปกติ (d) เพื่อลดแนวโน้มของข้อมูล และใช้การหาผลต่างตามฤดูกาล (D) เพื่อลดผลกระทบของฤดูกาล ซึ่งค่า d และ D จะพิจารณาจากจำนวนที่ต้องทำให้อนุกรมเวลากลายเป็นสเตชันนารี

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ϵ_t) ซึ่งมี 4 เงื่อนไข ได้แก่ (1) ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (2) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (3) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และ (4) ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน หากทำการตรวจสอบแล้วพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาได้

3.3.2.2 วิธีการพยากรณ์ร่วม (Combined Forecast Method) เป็นวิธีการหนึ่งในการทำให้การพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้น โดยนำค่าการพยากรณ์เดี่ยวตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไปมารวมค่ากัน และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีการพยากรณ์นั้น ๆ

โดยในการวิจัยนี้จะทำการรวมผลจากการพยากรณ์เดี่ยว 3 วิธี ได้แก่

- 1) วิธีการปรับปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method)
- 2) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method)
- 3) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

หลังจากนั้นจะทำการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมด้วยวิธีการต่างๆ จำนวน 5 วิธี ได้แก่

- 1) วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW)
- 2) วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย
- 3) วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE (MAPE-Based combination)
- 4) วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method: UNEW)
- 5) วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ (Weighted Ranking method: WR)

3.3.3 เปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้

หลังจากได้ค่าพยากรณ์จากวิธีการทั้ง 8 วิธีแล้ว นำข้อมูลส่วนที่ 2 ที่ทำการสำรองไว้ มาทำการเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากแต่ละวิธี โดยใช้เกณฑ์ค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ที่ต่ำสุด หากวิธีการใดให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดถือว่าวิธีการพยากรณ์นั้นมีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลนั้น ๆ มีประสิทธิภาพและความแม่นยำมากที่สุด

3.3.4 การพยากรณ์ค่าในอนาคต

เมื่อได้ตัวแบบการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพและความแม่นยำมากที่สุดแล้ว จะนำตัวแบบการพยากรณ์ดังกล่าวไปใช้ในการพยากรณ์ค่าในอนาคต โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาเดิมที่ใช้กับวิธีการที่เลือกใช้วิธีการพยากรณ์นั้น ๆ เป็นฐานในการคำนวณ ทั้งนี้ การพยากรณ์จะดำเนินการตามโครงสร้างของตัวแบบที่เลือก เช่น การใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้จากกระบวนการสร้างตัวแบบร่วมกับค่าปัจจุบันของตัวแปร เพื่อคำนวณค่าพยากรณ์ในอนาคต

หลังจากดำเนินการพยากรณ์แล้ว ควรทำการประเมินผลการพยากรณ์โดยเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับข้อมูลจริง (หากมี) เพื่อตรวจสอบความแม่นยำ และหากพบว่าค่าคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ สามารถนำผลลัพธ์ไปใช้ในการวางแผนหรือการตัดสินใจเชิงนโยบายได้ต่อไป อย่างไรก็ตาม หากพบว่าความคลาดเคลื่อนสูง อาจต้องพิจารณาปรับปรุงตัวแบบหรือเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.4 แผนผังการดำเนินการวิจัย

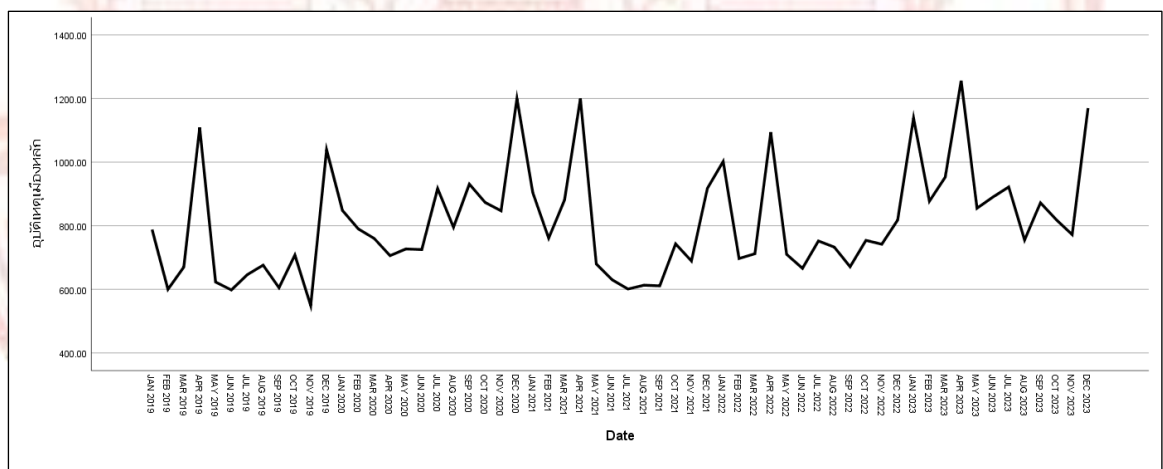


บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรอง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมและมีความแม่นยำ สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ค่าในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยข้อมูลที่นำมาใช้สำหรับการวิจัยนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งเป็นข้อมูลสาธารณะ เก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 ทั้งนี้ ได้ทำการศึกษาวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 3 วิธี และวิธีการพยากรณ์รวม 5 วิธี และนำค่าการพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ที่ต่ำสุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก



รูปที่ 4.1 การเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

จากรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลมีแนวโน้ม และการผันแปรตามฤดูกาล

4.1.1 วิธีการพยากรณ์เดี่ยว

4.1.1.1 วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method)

จากการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก ซึ่งมีทั้งแนวโน้ม และการผันแปรตามฤดูกาล ชุดข้อมูลนี้จึงเหมาะสมกับวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ด้วยวิธีของวินเทอร์ ทั้งนี้ จากการเคลื่อนไหวของข้อมูลพบว่าอิทธิพลของฤดูกาลมีลักษณะคงที่ตามระดับของข้อมูลเมื่อเวลามีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (Winters' Additive Exponential Smoothing Method) สำหรับทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อคำนวณหาค่าคงที่การปรับเรียบ α, γ และ δ ซึ่งได้ค่าดังนี้ (แสดงดังภาคผนวก รูปที่ ข.2)

1. ค่าคงที่สำหรับปรับเรียบระหว่างข้อมูลและค่าพยากรณ์ $\alpha = 0.310$
2. ค่าคงที่ปรับเรียบค่าแนวโน้มจริงและค่าประมาณแนวโน้ม $\gamma = 9.142E-7$
3. ค่าคงที่ปรับเรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงและค่าประมาณฤดูกาล $\delta = 0.001$

นำค่า α, γ และ δ ไปทำการหาค่าระดับของข้อมูล a_t และส่วนที่เป็นแนวโน้ม b_t โดยใช้โปรแกรม Minitab 18 เพื่อนำค่าที่ได้จากการประมวลผลไปใช้ในการหาสมการพยากรณ์

ตัวแบบการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + S_t + \varepsilon_t \quad (25)$$

จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) + \hat{S}_{t-p+m} \quad \text{เมื่อ } t > p \quad (26)$$

จากการประมวลผลของโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab 18 สามารถหาสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 921.834 + 0.892(m) + \hat{S}_{t-p+m} \quad (27)$$

เมื่อ	$\hat{S}_1 = 142.439$	$\hat{S}_7 = -43.6832$
	$\hat{S}_2 = -51.686$	$\hat{S}_8 = -99.801$
	$\hat{S}_3 = -4.407$	$\hat{S}_9 = -79.118$
	$\hat{S}_4 = 270.472$	$\hat{S}_{10} = -40.635$
	$\hat{S}_5 = -86.447$	$\hat{S}_{11} = -103.152$
	$\hat{S}_6 = -106.565$	$\hat{S}_{12} = 202.931$
p คือ จำนวนฤดูกาล		

เมื่อได้ตัวแบบการพยากรณ์แล้ว ในขั้นตอนถัดไปจะทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) โดยการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน ($\mathcal{E}_t$) ซึ่งมีทั้งหมด 4 เงื่อนไข ได้แก่ (1) ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (2) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (3) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และ (4) ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

จากการตรวจสอบพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาได้

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ในปี พ.ศ. 2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,074.95	63.05	0.0554
	กุมภาพันธ์	946.00	883.74	62.26	0.0658
	มีนาคม	1,107.00	933.93	173.07	0.1563
	เมษายน	1,422.00	1,211.72	210.28	0.1479
	พฤษภาคม	1,040.00	857.71	182.29	0.1753
	มิถุนายน	882.00	840.50	41.50	0.0471
	กรกฎาคม	910.00	906.29	3.71	0.0041
	สิงหาคม	846.00	853.07	-7.07	0.0084
	กันยายน	886.00	876.65	9.35	0.0106
	ตุลาคม	865.00	918.02	-53.02	0.0613
	พฤศจิกายน	990.00	858.37	131.63	0.1330
	ธันวาคม	1,460.00	1,167.31	292.69	0.2005
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					8.8790

4.1.1.2 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method)

จากการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก มีแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งข้อมูลก็นำมาทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ มีลักษณะเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2566 โดยจะทำการกำหนดตัวแปรอิสระในการพยากรณ์ ดังต่อไปนี้

- 1) ตัวแปรบ่งชี้เวลา (t) สำหรับอิทธิพลจากแนวโน้ม
- 2) ตัวแปรบ่งชี้ฤดูกาล ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_{12}$) สำหรับอิทธิพลจากฤดูกาล

ตัวแบบการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \alpha + \beta_1 S_{1t} + \beta_2 S_{2t} + \beta_3 S_{3t} + \dots + \beta_{L-1} S_{L-1,t} + \varepsilon_t \quad (28)$$

การวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลาเพื่อสร้างสมการพยากรณ์ และทดสอบสมมติฐาน เพื่อพิจารณาตัวแปรอิสระว่าส่งผลต่อตัวแปรตามหรือไม่โดยใช้ค่าที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (แสดงดังภาคผนวก รูปที่ ข.7) จากผลการทดสอบเมื่อพิจารณา ค่า sig.=0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha=0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ส่งผลต่อตัวแปรตาม ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha=0.05$

เมื่อทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การถดถอยจากการคัดเลือกตัวแบบของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก (แสดงดังภาคผนวก รูปที่ ข.8) ซึ่งเมื่อพิจารณา ค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ $\alpha \neq 0$ (ค่าคงที่มีค่าไม่เท่ากับ 0) และ $\beta \neq 0$ แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลานี้มีแนวโน้ม (Trend) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น สมการที่ใช้ในการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา คือ

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t = & 914.55 + 0.001t - 57.69S_1 - 252.064S_2 - 205.037S_3 \\ & + 69.589S_4 - 287.585S_5 - 307.958S_6 - 245.332S_7 \\ & - 301.706S_8 - 281.279S_9 - 243.053S_{10} - 305.286S_{11} \\ & + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (29)$$

โดยที่ $\varepsilon_t = \phi_1\varepsilon_{t-1} + e_t$

$\hat{Y}_t$ คือ จำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลัก

t คือ เวลา (จุดกำเนิด ณ วันที่ 1 มกราคม 2567)

เมื่อได้ตัวแบบการพยากรณ์แล้ว ในขั้นตอนถัดไปจะทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method) โดยการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ซึ่งมีทั้งหมด 4 เงื่อนไข ได้แก่ (1) ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (2) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (3) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และ (4) ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

จากการตรวจสอบพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ แสดงว่าตัวแบบที่ได้นี้ ไม่สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาได้

สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีการถดถอย เมื่อทำการตรวจสอบตัวแบบแล้วพบว่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน สามารถกำหนดให้เป็นตัวแบบ AR(1) ได้ โดยที่ $\varepsilon_t = \phi\varepsilon_{t-1}$ จึงดำเนินการโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตัวแบบ AR(1) แล้วหลังจากนั้นให้ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ AR(1) อีกครั้ง โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ทั้งหมด 4 เงื่อนไขอีกครั้ง

ในการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ AR(1) พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาได้

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา ในปี พ.ศ. 2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลาของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,080.43	57.57	0.0506
	กุมภาพันธ์	946.00	872.01	73.99	0.0782
	มีนาคม	1,107.00	916.77	190.23	0.1718
	เมษายน	1,422.00	1,192.85	229.15	0.1611
	พฤษภาคม	1,040.00	838.31	201.69	0.1939
	มิถุนายน	882.00	820.94	61.06	0.0692
	กรกฎาคม	910.00	886.67	23.33	0.0256
	สิงหาคม	846.00	833.42	12.58	0.0149
	กันยายน	886.00	856.92	29.08	0.0328
	ตุลาคม	865.00	898.01	-33.01	0.0382
	พฤศจิกายน	990.00	837.42	152.58	0.1541
	ธันวาคม	1,460.00	1,143.27	316.73	0.2169
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					10.0625

4.1.1.3 วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก พบว่าข้อมูลมีแนวโน้ม และการผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งบ่งชี้ว่าข้อมูลมีลักษณะไม่คงที่หรือไม่เป็นสเตชันนารี จึงดำเนินการกำหนดผลต่างปกติ ($d = 1$) เพื่อลดแนวโน้มของข้อมูล และกำหนดผลต่างตามฤดูกาล ($D = 1$) เพื่อลดผลกระทบของฤดูกาล เพื่อที่จะทำให้อนุกรมเวลากลายเป็นสเตชันนารี จากนั้นพิจารณากราฟ ACF และ PACF (แสดงดังภาคผนวกรูปที่ ข.16 และ ข.17 ตามลำดับ) ได้ตัวแบบที่เหมาะสม คือ $ARIMA(0,1,1)(1,1,0)_{12}$

ดังนั้น ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) คือ

$$(1 - B)(1 - B^{12})(1 - \phi_{12}B^{12})Y_t = (1 - \theta_1 B)\varepsilon_t \quad (30)$$

เมื่อทำการประมาณค่าพารามิเตอร์รูปแบบของ $ARIMA(0,1,1)(1,1,0)_{12}$ จะได้ค่าประมาณของ $\hat{\theta}_0 = 0$, $\hat{\theta}_1 = 0.655$ และ $\hat{\phi}_{12} = -0.575$

ดังนั้น สมการการพยากรณ์ คือ

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t = & Y_{t-1} + Y_{t-12} + Y_{t-13} - 0.575Y_{t-12} + 0.575Y_{t-13} \\ & + 0.575Y_{t-24} - 0.575Y_{t-25} - 0.655\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (31)$$

เมื่อได้ตัวแบบการพยากรณ์แล้ว ในขั้นตอนถัดไปจะทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) โดยการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ซึ่งมีทั้งหมด 4 เงื่อนไข ได้แก่ (1) ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (2) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (3) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และ (4) ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

จากการตรวจสอบพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาได้

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก โดยการใช้วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ในปี พ.ศ. 2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของวิธีการพยากรณ์แบบบ็อกซ์-เจนกินส์ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,237.92	-99.92	0.0878
	กุมภาพันธ์	946.00	951.17	-5.17	0.0055
	มีนาคม	1,107.00	992.07	114.93	0.1038
	เมษายน	1,422.00	1,340.53	81.47	0.0573
	พฤษภาคม	1,040.00	949.31	90.69	0.0872
	มิถุนายน	882.00	938.85	-56.85	0.0645
	กรกฎาคม	910.00	1,001.93	-91.93	0.1010
	สิงหาคม	846.00	920.09	-74.09	0.0876
	กันยายน	886.00	934.09	-48.09	0.0543
	ตุลาคม	865.00	959.35	-94.35	0.1091
	พฤศจิกายน	990.00	932.49	57.51	0.0581
	ธันวาคม	1,460.00	1,145.20	314.80	0.2156
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					8.5975

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์เดี่ยวทั้ง 3 วิธี ของการพยากรณ์ ปี พ.ศ. 2567 ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก แสดงดังนี้

ตารางที่ 4.4 สรุปผลค่าพยากรณ์และ MAPE ของวิธีการพยากรณ์เดี่ยวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$
2567	มกราคม	1,138.00	1,074.95	1,080.43	1,237.92
	กุมภาพันธ์	946.00	883.74	872.01	951.17
	มีนาคม	1,107.00	933.93	916.77	992.07
	เมษายน	1,422.00	1,211.72	1,192.85	1,340.53
	พฤษภาคม	1,040.00	857.71	838.31	949.31
	มิถุนายน	882.00	840.50	820.94	938.85
	กรกฎาคม	910.00	906.29	886.67	1,001.93
	สิงหาคม	846.00	853.07	833.42	920.09
	กันยายน	886.00	876.65	856.92	934.09
	ตุลาคม	865.00	918.02	898.01	959.35
	พฤศจิกายน	990.00	858.37	837.42	932.49
	ธันวาคม	1,460.00	1,167.31	1,143.27	1,145.20
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$			8.8790	10.0625	8.5975

เมื่อกำหนดให้

$\hat{Y}_{1t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 1 Exponential Smoothing Method

$\hat{Y}_{2t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 2 Time Series Regression Method แบบ AR(1)

$\hat{Y}_{3t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 3 Box-Jenkins Method

จากการเปรียบเทียบค่า MAPE ของการพยากรณ์เดี่ยวทั้ง 3 วิธี จะเห็นได้ว่าวิธี Box-Jenkins Method ได้ค่า MAPE ต่ำที่สุด คือ 8.5975 แสดงว่าเป็นการพยากรณ์ที่แม่นยำที่สุด รองลงมาคือวิธี Exponential Smoothing Method ได้ค่า MAPE คือ 8.8790 และสุดท้ายวิธี Time Series Regression Method แบบ AR(1) ได้ค่า MAPE คือ 10.0625 ตามลำดับ

4.1.2 วิธีการพยากรณ์ร่วมของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

การพยากรณ์ร่วมเป็นการรวมกันของค่าพยากรณ์เดี่ยวตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไป เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ใหม่ที่มีความแม่นยำมากขึ้นและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งหลักการในการพยากรณ์ร่วมนั้นจะเป็นการพิจารณาตัวแบบพยากรณ์ที่มีพื้นฐานต่างกัน และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีการพยากรณ์นั้น ๆ

ในการวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 3 วิธี คือ (1) วิธีการปรับปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) (2) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method) และ (3) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) ซึ่งจะนำค่าที่ได้จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวไปทำการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมด้วยวิธีการต่าง ๆ จำนวน 5 วิธี ได้แก่ (1) วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW) (2) วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (3) วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE (MAPE-Based combination) (4) วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method: UNEW) และ (5) วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ (Weighted Ranking method: WR)

โดยการหาค่าพยากรณ์ร่วม มีตัวแบบคือ

$$CF_{it} = \sum_{i=1}^m W_i \hat{Y}_{it} \quad (32)$$

โดยที่	W_j	แทน ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ j
	$\hat{Y}_{jt}$	แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่ j ณ คาบเวลาที่ t
เมื่อกำหนดให้	$\hat{Y}_{1t}$	แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 1 Exponential Smoothing Method
	$\hat{Y}_{2t}$	แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 2 Time Series Regression Method
	$\hat{Y}_{3t}$	แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 3 Box-Jenkins Method

4.1.2.1 วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW)

วิธีการนี้จะให้ความสำคัญแก่วิธีการพยากรณ์เดี่ยวแต่ละวิธีที่นำมารวมกัน เท่า ๆ กัน ดังนั้น สูตรการคำนวณเพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนัก คือ

$$W_i = \frac{1}{m} \quad (33)$$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ i

m คือ จำนวนวิธีการพยากรณ์เดี่ยว

จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 3 วิธี ($m=3$) จะได้ค่าถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากันคือ $W_1 = W_2 = W_3 = \frac{1}{3}$

ดังนั้น ตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์รวมโดยวิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน คือ

$$CF_{EW} = \frac{1}{3}\hat{Y}_{1t} + \frac{1}{3}\hat{Y}_{2t} + \frac{1}{3}\hat{Y}_{3t} \quad (34)$$

จะได้ค่าพยากรณ์รวม ดังนี้

$$\text{ที่ } t=1 \text{ จะได้ } CF_{i1} = \frac{1}{3}(1,074.95) + \frac{1}{3}(1,080.43) + \frac{1}{3}(1,237.92)$$

$$\text{ที่ } t=2 \text{ จะได้ } CF_{i2} = \frac{1}{3}(883.74) + \frac{1}{3}(872.01) + \frac{1}{3}(951.17)$$

⋮

$$\text{ที่ } t=12 \text{ จะได้ } CF_{i12} = \frac{1}{3}(1,167.31) + \frac{1}{3}(1,143.27) + \frac{1}{3}(1,145.20)$$

ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW) ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักในปี พ.ศ. 2567 และค่า MAPE

ตารางที่ 4.5 ค่าพยากรณ์วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากันของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	CF_{EW}	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,074.95	1,080.43	1,237.92	1,131.10	0.0061
	กุมภาพันธ์	946.00	883.74	872.01	951.17	902.31	0.0462
	มีนาคม	1,107.00	933.93	916.77	992.07	947.59	0.1440
	เมษายน	1,422.00	1,211.72	1,192.85	1,340.53	1,248.37	0.1221
	พฤษภาคม	1,040.00	857.71	838.31	949.31	881.78	0.1521
	มิถุนายน	882.00	840.50	820.94	938.85	866.76	0.0173
	กรกฎาคม	910.00	906.29	886.67	1,001.93	931.63	0.0238
	สิงหาคม	846.00	853.07	833.42	920.09	868.86	0.0270
	กันยายน	886.00	876.65	856.92	934.09	889.22	0.0036
	ตุลาคม	865.00	918.02	898.01	959.35	925.13	0.0695
	พฤศจิกายน	990.00	858.37	837.42	932.49	876.09	0.1151
	ธันวาคม	1,460.00	1,167.31	1,143.27	1,145.20	1,151.93	0.2110
	MAPE		8.8790	10.0625	8.5975		7.815

4.1.2.2 วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย

ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย จะทำการเลือกตัวแปรโดยวิธี Stepwise ซึ่งมีตัวแบบการคำนวณ ดังนี้

$$CF_{it} = \beta_0 + \sum_{t=1}^n \beta_i \hat{Y}_{it} + \varepsilon_t \quad (35)$$

โดยที่ $\hat{Y}_{jt}$ คือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่ i ณ คาบเวลาที่ t

i คือ วิธีการพยากรณ์ที่ i ; $i = 1, 2, \dots, m$

t คือ คาบเวลา ; $t = 1, 2, \dots, n$

เมื่อทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การถดถอยจากการคัดเลือกตัวแบบของข้อมูลที่ได้จากค่าพยากรณ์ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักจากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวทั้ง 3 วิธี (แสดงดังภาคผนวก รูปที่ ข.22) ซึ่งเมื่อพิจารณาค่า Sig. = 0.000 ที่มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ พบว่า $\beta_{expo} \neq 0$ เพียงค่าเดียว แสดงว่า ค่าพยากรณ์เดี่ยวโดยวิธี Exponential Smoothing Method ส่งผลต่อค่าจริง (Y_t) ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ดังนั้น จะได้ตัวแบบพยากรณ์ร่วม คือ

$$CF_{it} = 1.104\hat{Y}_{1t} \quad (36)$$

เมื่อกำหนดให้ $\hat{Y}_{1t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 1 Exponential Smoothing Method

ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยจากของชุดข้อมูลจำนวน
การเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักในปี พ.ศ. 2567 และค่า MAPE

ตารางที่ 4.6 ค่าพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน
ของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	$C\hat{F}_{RE}$	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,074.95	1,080.43	1,237.92	1,186.76	0.0428
	กุมภาพันธ์	946.00	883.74	872.01	951.17	975.66	0.0314
	มีนาคม	1,107.00	933.93	916.77	992.07	1,031.07	0.0686
	เมษายน	1,422.00	1,211.72	1,192.85	1,340.53	1,337.76	0.0592
	พฤษภาคม	1,040.00	857.71	838.31	949.31	946.92	0.0895
	มิถุนายน	882.00	840.50	820.94	938.85	927.92	0.0521
	กรกฎาคม	910.00	906.29	886.67	1,001.93	1,000.56	0.0995
	สิงหาคม	846.00	853.07	833.42	920.09	941.80	0.1132
	กันยายน	886.00	876.65	856.92	934.09	967.83	0.0924
	ตุลาคม	865.00	918.02	898.01	959.35	1,013.51	0.1717
	พฤศจิกายน	990.00	858.37	837.42	932.49	947.65	0.0428
	ธันวาคม	1,460.00	1,167.31	1,143.27	1,145.20	1,288.73	0.1173
		MAPE	8.8790	10.0625	8.5975		8.171

4.1.2.3 วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE (MAPE-Based combination)

วิธีการรวมผลการพยากรณ์แบบอิงค่า MAPE จะมีการคำนวณค่าน้ำหนัก (W_i) โดยอ้างอิงจากค่า MAPE ของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดี่ยว มีสูตรการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$W_i = \frac{100 - MAPE_{w_i}}{\sum_{i=1}^m 100 - MAPE_{w_i}} \quad (37)$$

เมื่อ $MAPE_{w_i} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \times 100$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ i

Y_t คือ ค่าจริงของข้อมูล

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ของข้อมูล

n คือ จำนวนข้อมูล

ดังนั้น จะได้ค่าถ่วงน้ำหนักคือ

$$W_{expo} = \frac{100 - 8.87901}{(100 - 8.87901) - (100 - 10.0625) - (100 - 8.59749)} = 0.3344$$

$$W_{tr} = \frac{100 - 10.0625}{(100 - 8.87901) - (100 - 10.0625) - (100 - 8.59749)} = 0.3301$$

$$W_{box} = \frac{100 - 8.59749}{(100 - 8.87901) - (100 - 10.0625) - (100 - 8.59749)} = 0.3355$$

ตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการรวมแบบอิงค่า MAPE คือ

$$CF_{MAPE} = 0.3344\hat{Y}_{1t} + 0.3301\hat{Y}_{2t} + 0.3355\hat{Y}_{3t} \quad (38)$$

จะได้ค่าพยากรณ์ร่วม ดังนี้

$$\text{ที่ } t=1 \text{ จะได้ } CF_{i1} = 0.3344(1,074.95) + 0.3301(1,080.43) + 0.3355(1,237.92)$$

$$\text{ที่ } t=2 \text{ จะได้ } CF_{i2} = 0.3344(883.74) + 0.3301(872.01) + 0.3355(951.17)$$

⋮

$$\text{ที่ } t=12 \text{ จะได้ } CF_{i12} = 0.3344(1,167.31) + 0.3301(1,143.27) + 0.3355(1,145.20)$$

ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีรวมแบบอิงค่า MAPE ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักในปี พ.ศ. 2567 และค่า MAPE

ตารางที่ 4.7 ค่าพยากรณ์วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	CF_{MAPE}	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,074.95	1,080.43	1,237.92	1,131.43	0.0058
	กุมภาพันธ์	946.00	883.74	872.01	951.17	902.49	0.0460
	มีนาคม	1,107.00	933.93	916.77	992.07	947.77	0.1438
	เมษายน	1,422.00	1,211.72	1,192.85	1,340.53	1,248.70	0.1219
	พฤษภาคม	1,040.00	857.71	838.31	949.31	882.04	0.1519
	มิถุนายน	882.00	840.50	820.94	938.85	867.04	0.0170
	กรกฎาคม	910.00	906.29	886.67	1,001.93	931.90	0.0241
	สิงหาคม	846.00	853.07	833.42	920.09	869.07	0.0273
	กันยายน	886.00	876.65	856.92	934.09	889.41	0.0038
	ตุลาคม	865.00	918.02	898.01	959.35	925.28	0.0697
	พฤศจิกายน	990.00	858.37	837.42	932.49	876.32	0.1148
	ธันวาคม	1,460.00	1,167.31	1,143.27	1,145.20	1,151.96	0.2110
		MAPE	8.8790	10.0625	8.5975		7.808

4.1.2.4 วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted Method : UNEW)

วิธีการรวมผลการพยากรณ์แบบอิงค่า MAPE จะมีการคำนวณค่าน้ำหนัก (W_i) โดยอ้างอิงจากค่า MAPE ของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดียว มีสูตรการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$W_i = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดในวิธีที่ } i}{\text{ขนาดของตัวอย่างที่ใช้ในการพยากรณ์}} \quad (39)$$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์ที่ i

n คือ จำนวนครั้งที่ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดในวิธีที่ i

ตารางที่ 4.8 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 3 วิธี ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	$ e_{1t} $	$ e_{2t} $	$ e_{3t} $
2567	มกราคม	1,138.00	1,074.95	1,080.43	1,237.92	63.05	57.57	99.92
	กุมภาพันธ์	946.00	883.74	872.01	951.17	62.26	73.99	5.17
	มีนาคม	1,107.00	933.93	916.77	992.07	173.07	190.23	114.93
	เมษายน	1,422.00	1,211.72	1,192.85	1,340.53	210.28	229.15	81.47
	พฤษภาคม	1,040.00	857.71	838.31	949.31	182.29	201.69	90.69
	มิถุนายน	882.00	840.50	820.94	938.85	41.50	61.06	56.85
	กรกฎาคม	910.00	906.29	886.67	1,001.93	3.71	23.33	91.93
	สิงหาคม	846.00	853.07	833.42	920.09	7.07	12.58	74.09
	กันยายน	886.00	876.65	856.92	934.09	9.35	29.08	48.09
	ตุลาคม	865.00	918.02	898.01	959.35	53.02	33.01	94.35
	พฤศจิกายน	990.00	858.37	837.42	932.49	131.63	152.58	57.51
	ธันวาคม	1,460.00	1,167.31	1,143.27	1,145.20	292.69	316.73	314.80

จากตารางที่ 4.8 พบว่าจำนวนครั้งที่ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดของแต่ละวิธีต่างกัน ดังนี้

- วิธี Exponential Smoothing มีจำนวนครั้งของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด 5 ครั้ง
- วิธี Time Series Regression มีจำนวนครั้งของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด 2 ครั้ง
- วิธี Box-Jenkins มีจำนวนครั้งของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด 5 ครั้ง

ดังนั้น จะได้ค่าถ่วงน้ำหนัก คือ $W_1 = 0.4167$, $W_2 = 0.1667$ และ $W_3 = 0.4167$

ตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์รวมโดยวิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน คือ

$$CF_{UNEW} = 0.4167\hat{Y}_{1t} + 0.1667\hat{Y}_{2t} + 0.4167\hat{Y}_{3t} \quad (40)$$

จะได้ค่าพยากรณ์รวม ดังนี้

$$\text{ที่ } t=1 \text{ จะได้ } CF_{i1} = 0.4167(1,074.95) + 0.1667(1,080.43) + 0.4167(1,237.92)$$

$$\text{ที่ } t=2 \text{ จะได้ } CF_{i2} = 0.4167(883.74) + 0.1667(872.01) + 0.4167(951.17)$$

⋮

$$\text{ที่ } t=12 \text{ จะได้ } CF_{i12} = 0.4167(1,167.31) + 0.1667(1,143.27) + 0.4167(1,145.20)$$

ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักในปี พ.ศ. 2567 และค่า MAPE

ตารางที่ 4.9 ค่าพยากรณ์วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	CF_{UNEW}	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,074.95	1,080.43	1,237.92	1,143.77	0.0051
	กุมภาพันธ์	946.00	883.74	872.01	951.17	909.88	0.0382
	มีนาคม	1,107.00	933.93	916.77	992.07	955.30	0.1370
	เมษายน	1,422.00	1,211.72	1,192.85	1,340.53	1,262.25	0.1123
	พฤษภาคม	1,040.00	857.71	838.31	949.31	892.64	0.1417
	มิถุนายน	882.00	840.50	820.94	938.85	878.22	0.0043
	กรกฎาคม	910.00	906.29	886.67	1,001.93	942.87	0.0361
	สิงหาคม	846.00	853.07	833.42	920.09	877.72	0.0375
	กันยายน	886.00	876.65	856.92	934.09	897.30	0.0127
	ตุลาคม	865.00	918.02	898.01	959.35	931.91	0.0773
	พฤศจิกายน	990.00	858.37	837.42	932.49	885.76	0.1053
	ธันวาคม	1,460.00	1,167.31	1,143.27	1,145.20	1,154.09	0.2095
	MAPE		8.8790	10.0625	8.5975		7.643

4.1.2.5 วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ (Weighted Ranking method : WR)

วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ เป็นการรวมผลการพยากรณ์ที่ให้น้ำหนักกับแต่ละวิธีการพยากรณ์ โดยกำหนดค่าอันดับให้แต่ละวิธีการพยากรณ์ซึ่งพิจารณาจากค่า MAPE ของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดียว หากวิธีการพยากรณ์ใดให้ค่า MAPE มากที่สุด ค่าอันดับที่ได้จะน้อยที่สุด และในทางกลับกันถ้าวิธีการพยากรณ์ใดให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด จะได้รับค่าอันดับที่มากที่สุด จากนั้นนำค่าอันดับที่ได้ของแต่ละวิธีหารด้วยผลรวมของค่าอันดับทั้งหมดเพื่อคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์ ซึ่งมีสูตรการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$W_i = \frac{\psi_i}{\sum_{i=1}^m \psi_i} \quad (41)$$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ i
 ψ_i คือ ค่าอันดับของวิธีการพยากรณ์ที่ i
 $\sum_{i=1}^m \psi_i$ คือ ผลรวมของค่าอันดับทั้งหมดของวิธีการพยากรณ์ที่ i
 $; i = 1, 2, \dots, m$
 m คือ จำนวนวิธีการพยากรณ์เดียว

จากสูตรการคำนวณ สามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.10 การให้ค่าอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

วิธีการพยากรณ์เดียว	MAPE	ค่าอันดับ	ค่าถ่วงน้ำหนัก
Exponential Smoothing Method	8.879	2	$= \frac{2}{6} = 0.3333$
Time Series Regression Method	10.063	1	$= \frac{1}{6} = 0.1667$
Box-Jenkins Method	8.597	3	$= \frac{3}{6} = 0.5$

ดังนั้น จะได้ค่าถ่วงน้ำหนัก คือ $W_1 = 0.3333$, $W_2 = 0.1667$ และ $W_3 = 0.5$

ตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์รวมโดยวิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ คือ

$$CF_{WR} = 0.3333\hat{Y}_{1t} + 0.1667\hat{Y}_{2t} + 0.5\hat{Y}_{3t} \quad (42)$$

จะได้ค่าพยากรณ์รวม ดังนี้

$$\text{ที่ } t=1 \text{ จะได้ } CF_{i1} = 0.3333(1,074.95) + 0.1667(1,080.43) + 0.5(1,237.92)$$

$$\text{ที่ } t=2 \text{ จะได้ } CF_{i2} = 0.3333(883.74) + 0.1667(872.01) + 0.5(951.17)$$

⋮

$$\text{ที่ } t=12 \text{ จะได้ } CF_{i12} = 0.3333(1,167.31) + 0.1667(1,143.27) + 0.5(1,145.20)$$

ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์รวมโดยวิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ ของชุดข้อมูลจำนวน การเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักในปี พ.ศ. 2567 และค่า MAPE

ตาราง 4.11 ค่าพยากรณ์วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทาง ถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	CF_{WR}	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,074.95	1,080.43	1,237.92	1,157.35	0.0170
	กุมภาพันธ์	946.00	883.74	872.01	951.17	915.50	0.0322
	มีนาคม	1,107.00	933.93	916.77	992.07	960.14	0.1327
	เมษายน	1,422.00	1,211.72	1,192.85	1,340.53	1,272.98	0.1048
	พฤษภาคม	1,040.00	857.71	838.31	949.31	900.28	0.1343
	มิถุนายน	882.00	840.50	820.94	938.85	886.42	0.0050
	กรกฎาคม	910.00	906.29	886.67	1,001.93	950.84	0.0449
	สิงหาคม	846.00	853.07	833.42	920.09	883.31	0.0441
	กันยายน	886.00	876.65	856.92	934.09	902.08	0.0182
	ตุลาคม	865.00	918.02	898.01	959.35	935.35	0.0813
	พฤศจิกายน	990.00	858.37	837.42	932.49	891.94	0.0991
	ธันวาคม	1,460.00	1,167.31	1,143.27	1,145.20	1,152.25	0.2108
		MAPE	8.8790	10.0625	8.5975		7.703

4.1.3 การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

หลังจากได้ค่าพยากรณ์จากวิธีการทั้ง 8 วิธีแล้ว และนำข้อมูลส่วนที่ 2 ที่ทำการสำรองไว้ มาทำการเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากแต่ละวิธี โดยใช้เกณฑ์ค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ที่ต่ำสุด แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ด้วยค่า MAPE ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{expo}$	$\hat{Y}_{tr}$	$\hat{Y}_{box}$	$\hat{Y}_{EW}$	$\hat{Y}_{RE}$	$\hat{Y}_{MAPE}$	$\hat{Y}_{UNEW}$	$\hat{Y}_{WR}$
2567	มกราคม	1,138	1,074.95	1,080.43	1,237.92	1,131.10	1,186.76	1,131.43	1,143.77	1,157.35
	กุมภาพันธ์	946	883.74	872.01	951.17	902.31	975.66	902.49	909.88	915.50
	มีนาคม	1,107	933.93	916.77	992.07	947.59	1,031.07	947.77	955.30	960.14
	เมษายน	1,422	1,211.72	1,192.85	1,340.53	1,248.37	1,337.76	1,248.70	1,262.25	1,272.98
	พฤษภาคม	1,040	857.71	838.31	949.31	881.78	946.92	882.04	892.64	900.28
	มิถุนายน	882	840.50	820.94	938.85	866.76	927.92	867.04	878.22	886.42
	กรกฎาคม	910	906.29	886.67	1,001.93	931.63	1,000.56	931.90	942.87	950.84
	สิงหาคม	846	853.07	833.42	920.09	868.86	941.80	869.07	877.72	883.31
	กันยายน	886	876.65	856.92	934.09	889.22	967.83	889.41	897.30	902.08
	ตุลาคม	865	918.02	898.01	959.35	925.13	1,013.51	925.28	931.91	935.35
	พฤศจิกายน	990	858.37	837.42	932.49	876.09	947.65	876.32	885.76	891.94
	ธันวาคม	1,460	1,167.31	1,143.27	1,145.20	1,151.93	1,288.73	1,151.96	1,154.09	1,152.25
MAPE			8.879	10.063	8.597	7.815	8.171	7.808	7.643	7.703

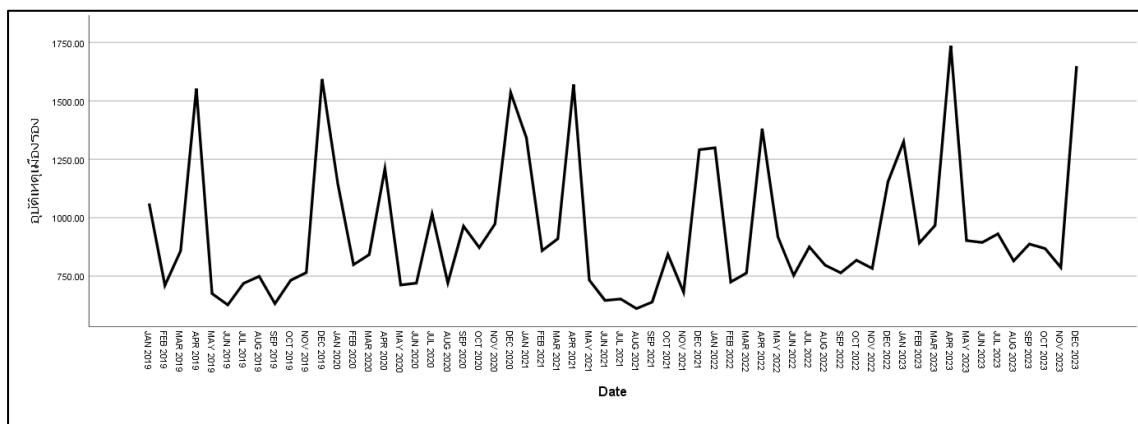
จากตารางที่ 4.12 เมื่อพิจารณาจากค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 8 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) มีค่า MAPE เท่ากับ 8.879 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method) มีค่า MAPE เท่ากับ 10.063 วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) มีค่า MAPE เท่ากับ 8.597 วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW) มีค่า MAPE เท่ากับ 7.815 วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยมีค่า MAPE เท่ากับ 8.171 วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE (MAPE-Based combination) มีค่า MAPE เท่ากับ 7.808 วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method: UNEW)

มีค่า MAPE เท่ากับ 7.643 และวิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ (Weighted Ranking method: WR) มีค่า MAPE เท่ากับ 7.703

เมื่อทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก ในส่วนของการพยากรณ์เดี่ยว พบว่าตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือตัวแบบที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 8.597 และเมื่อทำการเปรียบเทียบในส่วนของการพยากรณ์รวม พบว่าตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือตัวแบบที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method: UNEW) ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 7.643 กล่าวคือ วิธีการพยากรณ์ร่วมช่วยทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยลงและปรับปรุงประสิทธิภาพของการพยากรณ์ ซึ่งทำให้ค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method: UNEW) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

4.2 ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง



รูปที่ 4.2 การเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง
จากรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนไหวของข้อมูลมีแนวโน้ม และการผันแปรตามฤดูกาล

4.2.1 วิธีการพยากรณ์เดียว

4.2.1.1 วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method)

จากการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง ซึ่งมีทั้งแนวโน้ม และการผันแปรตามฤดูกาล ชุดข้อมูลนี้จึงเหมาะสมกับวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ด้วยวิธีของวินเทอร์ ทั้งนี้ จากการเคลื่อนไหวของข้อมูลพบว่าอิทธิพลของฤดูกาลมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับของข้อมูลเมื่อเวลามีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Winters' Multiplicative Exponential Smoothing Method) สำหรับทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อคำนวณหาค่าคงที่การปรับเรียบ α, γ และ δ ซึ่งได้ค่าดังนี้ (แสดงดังภาคผนวก รูปที่ ข.24)

1. ค่าคงที่สำหรับปรับเรียบระหว่างข้อมูลและค่าพยากรณ์ $\alpha = 0.282$
2. ค่าคงที่ปรับเรียบค่าแนวโน้มจริงและค่าประมาณแนวโน้ม $\gamma = 0.001$
3. ค่าคงที่ปรับเรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงและค่าประมาณฤดูกาล $\delta = 0.211$

นำค่า α, γ และ δ ไปทำการหาค่าระดับของข้อมูล a_t และส่วนที่เป็นแนวโน้ม b_t โดยใช้โปรแกรม Minitab 18 เพื่อนำค่าที่ได้จากการประมวลผลไปใช้ในการหาสมการพยากรณ์

ตัวแบบการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) S_t \varepsilon_t \quad (43)$$

จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+m} = \begin{cases} (a_t + b_t(m)) \hat{S}_t & , \text{when } t \leq p \\ (a_t + b_t(m)) \hat{S}_{t-p+m} & , \text{when } t > p \end{cases} \quad (44)$$

จากการประมวลผลของโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab 18 สามารถหาสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (1054.6 + 4.069(m)) \hat{S}_{t-p+m} \quad (45)$$

เมื่อ	$\hat{S}_1 = 1.341$	$\hat{S}_7 = 0.874$
	$\hat{S}_2 = 0.853$	$\hat{S}_8 = 0.771$
	$\hat{S}_3 = 0.921$	$\hat{S}_9 = 0.810$
	$\hat{S}_4 = 1.580$	$\hat{S}_{10} = 0.865$
	$\hat{S}_5 = 0.839$	$\hat{S}_{11} = 0.827$
	$\hat{S}_6 = 0.768$	$\hat{S}_{12} = 1.503$

p คือ จำนวนฤดูกาล

เมื่อได้ตัวแบบการพยากรณ์แล้ว ในขั้นตอนถัดไปจะทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) โดยการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ซึ่งมีทั้งหมด 4 เงื่อนไข ได้แก่ (1) ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (2) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (3) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และ (4) ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

จากการตรวจสอบพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาได้

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ในปี พ.ศ. 2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

ตารางที่ 4.13 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,409.98	-10.98	0.0078
	กุมภาพันธ์	862.00	904.49	-42.49	0.0493
	มีนาคม	1,028.00	986.72	41.28	0.0402
	เมษายน	1,627.00	1,679.88	-52.88	0.0325
	พฤษภาคม	924.00	868.76	55.24	0.0598
	มิถุนายน	713.00	795.12	-82.12	0.1152
	กรกฎาคม	716.00	922.79	-206.79	0.2888
	สิงหาคม	674.00	821.62	-147.62	0.2190
	กันยายน	673.00	856.63	-183.63	0.2729
	ตุลาคม	628.00	922.95	-294.95	0.4697
	พฤศจิกายน	684.00	904.91	-220.91	0.3230
	ธันวาคม	1,053.00	1,649.69	-596.69	0.5667
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					20.3728

4.2.1.2 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method)

จากการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง มีแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งข้อมูลที่ทำมาทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ มีลักษณะเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2566 โดยจะทำการกำหนดตัวแปรอิสระในการพยากรณ์ ดังต่อไปนี้

- 1) ตัวแปรบ่งชี้เวลา (t) สำหรับอิทธิพลจากแนวโน้ม
- 2) ตัวแปรบ่งชี้ฤดูกาล ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_{12}$) สำหรับอิทธิพลจากฤดูกาล

ตัวแบบการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \alpha + \beta_1 S_{1t} + \beta_2 S_{2t} + \beta_3 S_{3t} + \dots + \beta_{L-1} S_{L-1,t} + \varepsilon_t \quad (46)$$

การวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลาเพื่อสร้างสมการพยากรณ์ และทดสอบสมมติฐาน เพื่อพิจารณาตัวแปรอิสระว่าส่งผลต่อตัวแปรตามหรือไม่โดยใช้ค่าที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (แสดงดังภาคผนวก รูปที่ ข.29) จากผลการทดสอบเมื่อพิจารณา ค่า sig.=0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha=0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ส่งผลต่อตัวแปรตาม ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha=0.05$

เมื่อทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การถดถอยจากการคัดเลือกตัวแบบของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง (แสดงดังภาคผนวก รูปที่ ข.8) ซึ่งเมื่อพิจารณา ค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ $\alpha \neq 0$ (ค่าคงที่มีค่าไม่เท่ากับ 0) และ $\beta \neq 0$ แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลานี้มีแนวโน้ม (Trend) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น สมการที่ใช้ในการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา คือ

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t = & 1357.225 + 2.416t - 183.024S_1 - 623.040S_2 - 554.456S_3 \\ & + 64.928S_4 - 639.288S_5 - 701.704S_6 - 593.520S_7 \\ & - 695.936S_8 - 659.752S_9 - 612.768S_{10} - 643.984S_{11} \\ & + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (47)$$

โดยที่ $\varepsilon_t = \phi_1 \varepsilon_{t-1} + e_t$

$\hat{Y}_t$ คือ จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

t คือ เวลา (จุดกำเนิด ณ วันที่ 1 มกราคม 2567)

เมื่อได้ตัวแบบการพยากรณ์แล้ว ในขั้นตอนถัดไปจะทำการตรวจสอบความเหมาะสมของ ตัวแบบวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method) โดยการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ซึ่งมีทั้งหมด 4 เงื่อนไข ได้แก่ (1) ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (2) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (3) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และ (4) ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

จากการตรวจสอบพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ แสดงว่าตัวแบบที่ได้นี้ ไม่สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาได้

สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีการถดถอย เมื่อทำการตรวจสอบตัวแบบแล้ว พบว่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน สามารถกำหนดให้เป็นตัวแบบ AR(1) ได้ โดยที่ $\varepsilon_t = \phi \varepsilon_{t-1}$ จึงดำเนินการโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ตัวแบบ AR(1) แล้วหลังจากนั้นให้ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ AR(1) อีกครั้ง โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ทั้งหมด 4 เงื่อนไขอีกครั้ง

ในการตรวจสอบความเหมาะสมตัวแบบ AR(1) พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตาม เงื่อนไขทั้งหมด แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรม เวลาได้

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา ในปี พ.ศ. 2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

ตารางที่ 4.14 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลาของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,382.21	16.79	0.0120
	กุมภาพันธ์	862.00	907.69	-45.69	0.0530
	มีนาคม	1,028.00	967.83	60.17	0.0585
	เมษายน	1,627.00	1,586.44	40.56	0.0249
	พฤษภาคม	924.00	883.70	40.30	0.0436
	มิถุนายน	713.00	823.42	-110.42	0.1549
	กรกฎาคม	716.00	933.93	-217.93	0.3044
	สิงหาคม	674.00	833.87	-159.87	0.2372
	กันยายน	673.00	872.34	-199.34	0.2962
	ตุลาคม	628.00	921.31	-293.31	0.4671
	พฤศจิกายน	684.00	891.06	-207.06	0.3027
	ธันวาคม	1,053.00	1,532.53	-479.53	0.4554
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					20.0823

4.2.1.3 วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยว รองพบว่าข้อมูลมีแนวโน้มที่ค่อนข้างคงที่ และยังคงมีการผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งบ่งชี้ว่าข้อมูลมีลักษณะไม่คงที่หรือไม่เป็นสเตชันนารี จึงดำเนินการกำหนดผลต่างตามฤดูกาล ($D=1$) เพื่อลดผลกระทบของฤดูกาลเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะทำให้อนุกรมเวลากลายเป็นสเตชันนารี จากนั้นพิจารณากราฟ ACF และ PACF (แสดงดังภาคผนวกรูปที่ ข.38 และ ข.39 ตามลำดับ) ได้ตัวแบบที่เหมาะสม คือ $ARIMA(1,0,0)(1,1,0)_{12}$

ดังนั้น ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) คือ

$$(1 - B^{12})(1 - \phi_1 B)(1 - \phi_{12} B^{12})Y_t = \varepsilon_t \quad (48)$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์รูปแบบของ $ARIMA(1,0,0)(1,1,0)_{12}$ จะได้ค่าประมาณของ $\hat{\theta}_0 = 0$, $\hat{\phi}_1 = 0.424$ และ $\hat{\phi}_{12} = -0.642$

ดังนั้น สมการการพยากรณ์ คือ

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t = & 0.424Y_{t-1} + Y_{t-12} - 0.642Y_{t-12} - 0.424Y_{t-13} \\ & + 0.642Y_{t-24} + 0.272Y_{t-23} - 0.272Y_{t-25} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (49)$$

เมื่อได้ตัวแบบการพยากรณ์แล้ว ในขั้นตอนถัดไปจะทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) โดยการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ซึ่งมีทั้งหมด 4 เงื่อนไข ได้แก่ (1) ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (2) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (3) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และ (4) ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

จากการตรวจสอบพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาได้

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง โดยใช้วิธี บอกรี-เจนกินส์ ในปี พ.ศ. 2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

ตารางที่ 4.15 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของวิธีการพยากรณ์แบบบอกรี-เจนกินส์ของชุดข้อมูล จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,481.19	-82.19	0.0587
	กุมภาพันธ์	862.00	858.15	3.85	0.0045
	มีนาคม	1,028.00	867.16	160.84	0.1565
	เมษายน	1,627.00	1,521.30	105.70	0.0650
	พฤษภาคม	924.00	917.88	6.12	0.0066
	มิถุนายน	713.00	805.86	-92.86	0.1302
	กรกฎาคม	716.00	896.06	-180.06	0.2515
	สิงหาคม	674.00	803.87	-129.87	0.1927
	กันยายน	673.00	808.21	-135.21	0.2009
	ตุลาคม	628.00	835.98	-207.98	0.3312
	พฤศจิกายน	684.00	784.46	-100.46	0.1469
	ธันวาคม	1,053.00	1,330.58	-277.58	0.2636
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					15.0686

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์เดี่ยวทั้ง 3 วิธี ของการพยากรณ์ ปี พ.ศ. 2567 ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ตาราง 4.16 สรุปผลค่าพยากรณ์เดี่ยวและค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ค่าสัมบูรณ์ (MAPE) ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$
2567	มกราคม	1,399.00	1,409.98	1,382.21	1,481.19
	กุมภาพันธ์	862.00	904.49	907.69	858.15
	มีนาคม	1,028.00	986.72	967.83	867.16
	เมษายน	1,627.00	1,679.88	1,586.44	1,521.30
	พฤษภาคม	924.00	868.76	883.70	917.88
	มิถุนายน	713.00	795.12	823.42	805.86
	กรกฎาคม	716.00	922.79	933.93	896.06
	สิงหาคม	674.00	821.62	833.87	803.87
	กันยายน	673.00	856.63	872.34	808.21
	ตุลาคม	628.00	922.95	921.31	835.98
	พฤศจิกายน	684.00	904.91	891.06	784.46
	ธันวาคม	1,053.00	1,649.69	1,532.53	1,330.58
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$			20.3728	20.0823	15.0686

เมื่อกำหนดให้

$\hat{Y}_{1t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 1 Exponential Smoothing Method

$\hat{Y}_{2t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 2 Time Series Regression Method แบบ AR(1)

$\hat{Y}_{3t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 3 Box-Jenkins Method

จากการเปรียบเทียบค่า MAPE ของการพยากรณ์เดี่ยวทั้ง 3 วิธี จะเห็นได้ว่าวิธี Box-Jenkins Method ได้ค่า MAPE ต่ำที่สุด คือ 15.0686 แสดงว่าเป็นการพยากรณ์ที่แม่นยำที่สุด รองลงมาคือ วิธี Time Series Regression Method แบบ AR(1) ได้ค่า MAPE คือ 20.0823 และสุดท้าย Exponential Smoothing Method ได้ค่า MAPE คือ 20.3728 ตามลำดับ

4.2.2 วิธีการพยากรณ์ร่วมของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

การพยากรณ์ร่วมเป็นการรวมกันของค่าพยากรณ์เดี่ยวตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไป เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ใหม่ที่มีความแม่นยำมากขึ้นและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งหลักการในการพยากรณ์ร่วมนั้นจะเป็นการพิจารณาตัวแบบพยากรณ์ที่มีพื้นฐานต่างกัน และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีการพยากรณ์นั้น ๆ

ในการวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 3 วิธี คือ (1) วิธีการปรับปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) (2) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method) และ (3) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) ซึ่งจะนำค่าที่ได้จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวไปทำการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมด้วยวิธีการต่าง ๆ จำนวน 5 วิธี ได้แก่ (1) วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW) (2) วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (3) วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE (MAPE-Based combination) (4) วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method: UNEW) และ (5) วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ (Weighted Ranking method: WR)

โดยการหาค่าพยากรณ์ร่วม มีตัวแบบคือ

$$CF_{it} = \sum_{i=1}^m W_i \hat{Y}_{it} \quad (50)$$

โดยที่	W_j	แทน ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ j
	$\hat{Y}_{jt}$	แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่ j ณ คาบเวลาที่ t
เมื่อกำหนดให้	$\hat{Y}_{1t}$	แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 1 Exponential Smoothing Method
	$\hat{Y}_{2t}$	แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 2 Time Series Regression Method
	$\hat{Y}_{3t}$	แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 3 Box-Jenkins Method

4.2.2.1 วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW)

วิธีการนี้จะให้ความสำคัญแก่วิธีการพยากรณ์เดี่ยวแต่ละวิธีที่นำมารวมกัน เท่า ๆ กัน ดังนั้น สูตรการคำนวณเพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนัก คือ

$$W_i = \frac{1}{m} \quad (51)$$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ i

m คือ จำนวนวิธีการพยากรณ์เดี่ยว

จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 3 วิธี ($m=3$) จะได้ค่าถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากันคือ $W_1 = W_2 = W_3 = \frac{1}{3}$

ดังนั้น ตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน คือ

$$CF_{EW} = \frac{1}{3}\hat{Y}_{1t} + \frac{1}{3}\hat{Y}_{2t} + \frac{1}{3}\hat{Y}_{3t} \quad (52)$$

จะได้ค่าพยากรณ์ร่วม ดังนี้

$$\text{ที่ } t=1 \text{ จะได้ } CF_{i1} = \frac{1}{3}(1,409.98) + \frac{1}{3}(1,382.21) + \frac{1}{3}(1,481.19)$$

$$\text{ที่ } t=2 \text{ จะได้ } CF_{i2} = \frac{1}{3}(904.49) + \frac{1}{3}(907.69) + \frac{1}{3}(858.15)$$

⋮

$$\text{ที่ } t=12 \text{ จะได้ } CF_{i12} = \frac{1}{3}(1,649.69) + \frac{1}{3}(1,532.53) + \frac{1}{3}(1,330.58)$$

ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW) ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรองในปี พ.ศ.2567 และค่า MAPE

ตาราง 4.17 ค่าพยากรณ์วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	CF_{EW}	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,409.98	1,382.21	1,481.19	1,424.46	0.0182
	กุมภาพันธ์	862.00	904.49	907.69	858.15	890.11	0.0326
	มีนาคม	1,028.00	986.72	967.83	867.16	940.57	0.0850
	เมษายน	1,627.00	1,679.88	1,586.44	1,521.30	1,595.87	0.0191
	พฤษภาคม	924.00	868.76	883.70	917.88	890.11	0.0367
	มิถุนายน	713.00	795.12	823.42	805.86	808.13	0.1334
	กรกฎาคม	716.00	922.79	933.93	896.06	917.59	0.2816
	สิงหาคม	674.00	821.62	833.87	803.87	819.79	0.2163
	กันยายน	673.00	856.63	872.34	808.21	845.73	0.2567
	ตุลาคม	628.00	922.95	921.31	835.98	893.41	0.4226
	พฤศจิกายน	684.00	904.91	891.06	784.46	860.14	0.2575
	ธันวาคม	1,053.00	1,649.69	1,532.53	1,330.58	1,504.27	0.4286
	MAPE		20.3728	20.0823	15.0686		18.236

4.2.2.2 วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย

ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย จะทำการเลือกตัวแปรโดยวิธี Stepwise ซึ่งมีตัวแบบการคำนวณ ดังนี้

$$CF_{it} = \beta_0 + \sum_{t=1}^n \beta_i \hat{Y}_{it} + \varepsilon_t \quad (53)$$

โดยที่ $\hat{Y}_{jt}$ คือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่ i ณ คาบเวลา t

i คือ วิธีการพยากรณ์ที่ i ; $i = 1, 2, \dots, m$

t คือ คาบเวลา ; $t = 1, 2, \dots, n$

เมื่อทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การถดถอยจากการคัดเลือกตัวแบบของข้อมูลที่ได้จากค่าพยากรณ์ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรองจากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวทั้ง 3 วิธี (แสดงดังภาคผนวก รูปที่ ข.44) ซึ่งเมื่อพิจารณาค่า Sig. = 0.000 ที่มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ พบว่า $\beta_{box} \neq 0$ เพียงค่าเดียว แสดงว่า ค่าพยากรณ์เดี่ยวโดยวิธี Box-Jenkins ส่งผลต่อค่าจริง (Y_t) ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ดังนั้น จะได้ตัวแบบพยากรณ์ร่วม คือ

$$CF_{it} = 0.930\hat{Y}_{3t} \quad (54)$$

เมื่อกำหนดให้ $\hat{Y}_{3t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 3 Box-Jenkins Method

ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรองในปี พ.ศ. 2567 และค่า MAPE

ตารางที่ 4.18 ค่าพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	CF_{RE}	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,409.98	1,382.21	1,481.19	1,377.84	0.1288
	กุมภาพันธ์	862.00	904.49	907.69	858.15	798.27	0.0715
	มีนาคม	1,028.00	986.72	967.83	867.16	806.66	0.1698
	เมษายน	1,627.00	1,679.88	1,586.44	1,521.30	1,415.15	0.1402
	พฤษภาคม	924.00	868.76	883.70	917.88	853.84	0.1567
	มิถุนายน	713.00	795.12	823.42	805.86	749.63	0.0183
	กรกฎาคม	716.00	922.79	933.93	896.06	833.54	0.1502
	สิงหาคม	674.00	821.62	833.87	803.87	747.78	0.0909
	กันยายน	673.00	856.63	872.34	808.21	751.82	0.1429
	ตุลาคม	628.00	922.95	921.31	835.98	777.65	0.2936
	พฤศจิกายน	684.00	904.91	891.06	784.46	729.73	0.1487
	ธันวาคม	1,053.00	1,649.69	1,532.53	1,330.58	1,237.74	0.2833
	MAPE		20.3728	20.0823	15.0686		11.944

4.2.2.3 วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE (MAPE-Based combination)

วิธีการรวมผลการพยากรณ์แบบอิงค่า MAPE จะมีการคำนวณค่าน้ำหนัก (W_i) โดยอ้างอิงจากค่า MAPE ของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดี่ยว มีสูตรการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$W_i = \frac{100 - MAPE_{w_i}}{\sum_{i=1}^m 100 - MAPE_{w_i}} \quad (55)$$

เมื่อ $MAPE_{w_i} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \times 100$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ i

Y_t คือ ค่าจริงของข้อมูล

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ของข้อมูล

n คือ จำนวนข้อมูล

ดังนั้น จะได้ค่าถ่วงน้ำหนักคือ

$$W_{expo} = \frac{100 - 20.3728}{(100 - 20.3728) + (100 - 20.0823) + (100 - 15.0686)} = 0.3257$$

$$W_{tr} = \frac{100 - 20.0823}{(100 - 20.3728) + (100 - 20.0823) + (100 - 15.0686)} = 0.3269$$

$$W_{box} = \frac{100 - 15.0686}{(100 - 20.3728) + (100 - 20.0823) + (100 - 15.0686)} = 0.3474$$

ตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการรวมแบบอิงค่า MAPE คือ

$$CF_{MAPE} = 0.3257\hat{Y}_{1t} + 0.3269\hat{Y}_{2t} + 0.3474\hat{Y}_{3t} \quad (56)$$

จะได้ค่าพยากรณ์ร่วม ดังนี้

ที่ $t=1$ จะได้ $CF_{i1} = 0.3257(1,409.98) + 0.3269(1,382.21) + 0.3474(1,481.19)$

ที่ $t=2$ จะได้ $CF_{i2} = 0.3257(904.49) + 0.3269(907.69) + 0.3474(858.15)$

⋮

ที่ $t=12$ จะได้ $CF_{i12} = 0.3257(1,649.69) + 0.3269(1,532.23) + 0.3474(1,330.58)$

ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีรวมแบบอิงค่า MAPE ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรองในปี พ.ศ. 2567 และค่า MAPE

ตารางที่ 4.19 ค่าพยากรณ์วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	CF_{MAPE}	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,409.98	1,382.21	1,481.19	1,425.64	0.0190
	กุมภาพันธ์	862.00	904.49	907.69	858.15	889.44	0.0318
	มีนาคม	1,028.00	986.72	967.83	867.16	939.01	0.0866
	เมษายน	1,627.00	1,679.88	1,586.44	1,521.3	1,594.24	0.0201
	พฤษภาคม	924.00	868.76	883.70	917.88	890.71	0.0360
	มิถุนายน	713.00	795.12	823.42	805.86	808.10	0.1334
	กรกฎาคม	716.00	922.79	933.93	896.06	917.15	0.2809
	สิงหาคม	674.00	821.62	833.87	803.87	819.46	0.2158
	กันยายน	673.00	856.63	872.34	808.21	844.94	0.2555
	ตุลาคม	628.00	922.95	921.31	835.98	892.20	0.4207
	พฤศจิกายน	684.00	904.91	891.06	784.46	858.54	0.2552
	ธันวาคม	1,053.00	1,649.69	1,532.53	1,330.58	1,500.53	0.4250
	MAPE		20.3728	20.0823	15.0686		18.167

4.2.2.4 วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted Method : UNEW)

วิธีการรวมผลการพยากรณ์แบบอิงค่า MAPE จะมีการคำนวณค่าน้ำหนัก (W_i) โดยอ้างอิงจากค่า MAPE ของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดียว มีสูตรการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$W_i = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดในวิธีที่ } i}{\text{ขนาดของตัวอย่างที่ใช้ในการพยากรณ์}} \quad (57)$$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์ที่ i

n คือ จำนวนครั้งที่ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดในวิธีที่ i

ตารางที่ 4.20 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากวิธีการพยากรณ์เดียว 3 วิธี ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	$ e_{1t} $	$ e_{2t} $	$ e_{3t} $
2567	มกราคม	1,399.00	1,409.98	1,382.21	1,481.19	10.98	16.79	82.19
	กุมภาพันธ์	862.00	904.49	907.69	858.15	42.49	45.69	3.85
	มีนาคม	1,028.00	986.72	967.83	867.16	41.28	60.17	160.84
	เมษายน	1,627.00	1,679.88	1,586.44	1,521.3	52.88	40.56	105.70
	พฤษภาคม	924.00	868.76	883.70	917.88	55.24	40.30	6.12
	มิถุนายน	713.00	795.12	823.42	805.86	82.12	110.42	92.86
	กรกฎาคม	716.00	922.79	933.93	896.06	206.79	217.93	180.06
	สิงหาคม	674.00	821.62	833.87	803.87	147.62	159.87	129.87
	กันยายน	673.00	856.63	872.34	808.21	183.63	199.34	135.21
	ตุลาคม	628.00	922.95	921.31	835.98	294.95	293.31	207.98
	พฤศจิกายน	684.00	904.91	891.06	784.46	220.91	207.06	100.46
	ธันวาคม	1,053.00	1,649.69	1,532.53	1,330.58	596.69	479.53	277.58

จากตารางที่ 4.20 พบว่าจำนวนครั้งที่ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดของแต่ละวิธีต่างกัน ดังนี้

- วิธี Exponential Smoothing มีจำนวนครั้งของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด 3 ครั้ง
- วิธี Time Series Regression มีจำนวนครั้งของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด 1 ครั้ง
- วิธี Box-Jenkins มีจำนวนครั้งของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด 8 ครั้ง

ดังนั้น จะได้ค่าถ่วงน้ำหนัก คือ $W_1 = 0.25$, $W_2 = 0.0833$ และ $W_3 = 0.6667$

ตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์รวมโดยวิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน คือ

$$CF_{UNEW} = 0.25\hat{Y}_{1t} + 0.0833\hat{Y}_{2t} + 0.6667\hat{Y}_{3t} \quad (58)$$

จะได้ค่าพยากรณ์รวม ดังนี้

$$\text{ที่ } t=1 \text{ จะได้ } CF_{i1} = 0.25(1,409.98) + 0.0833(1,382.21) + 0.6667(1,481.19)$$

$$\text{ที่ } t=2 \text{ จะได้ } CF_{i2} = 0.25(904.49) + 0.0833(907.69) + 0.6667(858.15)$$

⋮

$$\text{ที่ } t=12 \text{ จะได้ } CF_{i12} = 0.25(1,649.69) + 0.0833(1,532.23) + 0.6667(1,330.58)$$

ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรองในปี พ.ศ. 2567 และค่า MAPE

ตารางที่ 4.21 ค่าพยากรณ์วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	CF_{UNEW}	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,409.98	1,382.21	1,481.19	1,455.14	0.0401
	กุมภาพันธ์	862.00	904.49	907.69	858.15	873.86	0.0138
	มีนาคม	1,028.00	986.72	967.83	867.16	905.44	0.1192
	เมษายน	1,627.00	1,679.88	1,586.44	1,521.30	1,566.37	0.0373
	พฤษภาคม	924.00	868.76	883.70	917.88	902.75	0.0230
	มิถุนายน	713.00	795.12	823.42	805.86	804.64	0.1285
	กรกฎาคม	716.00	922.79	933.93	896.06	905.90	0.2652
	สิงหาคม	674.00	821.62	833.87	803.87	810.81	0.2030
	กันยายน	673.00	856.63	872.34	808.21	825.66	0.2268
	ตุลาคม	628.00	922.95	921.31	835.98	864.83	0.3771
	พฤศจิกายน	684.00	904.91	891.06	784.46	823.46	0.2039
	ธันวาคม	1,053.00	1,649.69	1,532.53	1,330.58	1,427.19	0.3554
	MAPE		20.3728	20.0823	15.0686		16.611

4.2.2.5 วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ (Weighted Ranking method : WR)

วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ เป็นการรวมผลการพยากรณ์ที่ให้น้ำหนักกับแต่ละวิธีการพยากรณ์ โดยกำหนดค่าอันดับให้แต่ละวิธีการพยากรณ์ซึ่งพิจารณาจากค่า MAPE ของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดียว หากวิธีการพยากรณ์ใดให้ค่า MAPE มากที่สุด ค่าอันดับที่ได้จะน้อยที่สุด และในทางกลับกันถ้าวิธีการพยากรณ์ใดให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด จะได้รับค่าอันดับที่มากที่สุด จากนั้นนำค่าอันดับที่ได้ของแต่ละวิธีหารด้วยผลรวมของค่าอันดับทั้งหมดเพื่อคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์ ซึ่งมีสูตรการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$W_i = \frac{\psi_i}{\sum_{i=1}^m \psi_i} \quad (59)$$

โดยที่ W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ i

ψ_i คือ ค่าอันดับของวิธีการพยากรณ์ที่ i

$\sum_{i=1}^m \psi_i$ คือ ผลรวมของค่าอันดับทั้งหมดของวิธีการพยากรณ์ที่ i

$; i = 1, 2, \dots, m$

m คือ จำนวนวิธีการพยากรณ์เดียว

จากสูตรการคำนวณ สามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.22 การให้ค่าอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

วิธีการพยากรณ์เดียว	MAPE	ค่าอันดับ	ค่าถ่วงน้ำหนัก
Exponential Smoothing Method	20.373	1	$= \frac{1}{6} = 0.1667$
Time Series Regression Method	20.082	2	$= \frac{2}{6} = 0.3333$
Box-Jenkins Method	15.069	3	$= \frac{3}{6} = 0.5$
	รวม	6	1

ดังนั้น จะได้ค่าถ่วงน้ำหนัก คือ $W_1 = 0.1667$, $W_2 = 0.3333$ และ $W_3 = 0.5$

ตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ คือ

$$CF_{WR} = 0.1667\hat{Y}_{1t} + 0.3333\hat{Y}_{2t} + 0.5\hat{Y}_{3t} \quad (60)$$

จะได้ค่าพยากรณ์รวม ดังนี้

$$\text{ที่ } t=1 \text{ จะได้ } CF_{i1} = 0.1667(1,409.98) + 0.3333(1,382.21) + 0.5(1,481.19)$$

$$\text{ที่ } t=2 \text{ จะได้ } CF_{i2} = 0.1667(904.49) + 0.3333(907.69) + 0.5(858.15)$$

⋮

$$\text{ที่ } t=12 \text{ จะได้ } CF_{i12} = 0.1667(1,649.69) + 0.3333(1,532.53) + 0.5(1,330.58)$$

ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์รวมโดยวิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ ของชุดข้อมูลจำนวน
การเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรองในปี พ.ศ. 2567 และค่า MAPE

ตาราง 4.23 ค่าพยากรณ์วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทาง
ถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	CF_{WR}	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,409.98	1,382.21	1,481.19	1,436.33	0.0267
	กุมภาพันธ์	862.00	904.49	907.69	858.15	890.11	0.0326
	มีนาคม	1,028.00	986.72	967.83	867.16	940.57	0.0850
	เมษายน	1,627.00	1,679.88	1,586.44	1,521.3	1,595.87	0.0191
	พฤษภาคม	924.00	868.76	883.70	917.88	890.11	0.0367
	มิถุนายน	713.00	795.12	823.42	805.86	808.13	0.1334
	กรกฎาคม	716.00	922.79	933.93	896.06	917.59	0.2816
	สิงหาคม	674.00	821.62	833.87	803.87	819.79	0.2163
	กันยายน	673.00	856.63	872.34	808.21	845.73	0.2567
	ตุลาคม	628.00	922.95	921.31	835.98	893.41	0.4226
	พฤศจิกายน	684.00	904.91	891.06	784.46	860.14	0.2575
	ธันวาคม	1,053.00	1,649.69	1,532.53	1,330.58	1,504.27	0.4286
		MAPE	20.3728	20.0823	15.0686		18.307

4.2.3 การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

หลังจากได้ค่าพยากรณ์จากวิธีการทั้ง 8 วิธีแล้ว และนำข้อมูลส่วนที่ 2 ที่ทำการสำรองไว้มาทำการเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากแต่ละวิธี โดยใช้เกณฑ์ค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ที่ต่ำสุด แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.24 การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ด้วยค่า MAPE ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{expo}$	$\hat{Y}_{tr}$	$\hat{Y}_{box}$	$\hat{Y}_{EW}$	$\hat{Y}_{RE}$	$\hat{Y}_{MAPE}$	$\hat{Y}_{UNEW}$	$\hat{Y}_{WR}$
2567	มกราคม	1,399	1,409.98	1,382.21	1,481.19	1,424.46	1,377.84	1,425.64	1,455.14	1,436.33
	กุมภาพันธ์	862	904.49	907.69	858.15	890.11	798.27	889.44	873.86	890.11
	มีนาคม	1,028	986.72	967.83	867.16	940.57	806.66	939.01	905.44	940.57
	เมษายน	1,627	1,679.88	1,586.44	1,521.30	1,595.87	1,415.15	1,594.24	1,566.37	1,595.87
	พฤษภาคม	924	868.76	883.70	917.88	890.11	853.84	890.71	902.75	890.11
	มิถุนายน	713	795.12	823.42	805.86	808.13	749.63	808.10	804.64	808.13
	กรกฎาคม	716	922.79	933.93	896.06	917.59	833.54	917.15	905.90	917.59
	สิงหาคม	674	821.62	833.87	803.87	819.79	747.78	819.46	810.81	819.79
	กันยายน	673	856.63	872.34	808.21	845.73	751.82	844.94	825.66	845.73
	ตุลาคม	628	922.95	921.31	835.98	893.41	777.65	892.20	864.83	893.41
	พฤศจิกายน	684	904.91	891.06	784.46	860.14	729.73	858.54	823.46	860.14
	ธันวาคม	1,053	1,649.69	1,532.53	1,330.58	1,504.27	1,237.74	1,500.53	1,427.19	1,504.27
MAPE			20.373	20.082	15.069	18.236	11.944	18.167	16.611	18.307

จากตารางที่ 4.24 เมื่อพิจารณาจากค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 8 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) มีค่า MAPE เท่ากับ 20.373 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method) มีค่า MAPE เท่ากับ 20.082 วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) มีค่า MAPE เท่ากับ 15.069 วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method or Equivalent Weighted method: EW) มีค่า MAPE เท่ากับ 18.236 วิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยมีค่า MAPE เท่ากับ 11.944 วิธีรวมแบบอิงค่า MAPE (MAPE-Based combination) มีค่า MAPE เท่ากับ 18.167 วิธีการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method :

UNEW) มีค่า MAPE เท่ากับ 16.611 และวิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอันดับ (Weighted Ranking method :WR) มีค่า MAPE เท่ากับ 18.307

เมื่อทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง ในส่วนของการพยากรณ์เดี่ยว พบว่าตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือตัวแบบที่ได้จากการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 15.069 และเมื่อทำการเปรียบเทียบในส่วนของการพยากรณ์รวม พบว่าตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือตัวแบบที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยมีค่า MAPE ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 11.944 กล่าวคือ วิธีการพยากรณ์ร่วมช่วยทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยลงและปรับปรุงประสิทธิภาพของการพยากรณ์ ซึ่งทำให้ค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง



บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์ อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้ได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 ตั้งแต่การหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมของชุดข้อมูลทั้ง 2 ชุด คือจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรอง ภายในประเทศไทย ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการพยากรณ์ที่ได้ และเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุด เพื่อพยากรณ์ค่าในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยสามารถสรุปผลจากการศึกษาตามวัตถุประสงค์ ได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

5.1.1 ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

เมื่อทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 8 วิธี โดยใช้เกณฑ์ค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ที่ต่ำสุด ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดกับชุดข้อมูล คือ วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method: UNEW) โดยตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$CF_{UNEW} = (0.4167)(\hat{Y}_{1t}) + (0.1667)(\hat{Y}_{2t}) + (0.4167)(\hat{Y}_{3t}) \quad (61)$$

เมื่อกำหนดให้ $\hat{Y}_{1t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 1 Exponential Smoothing Method

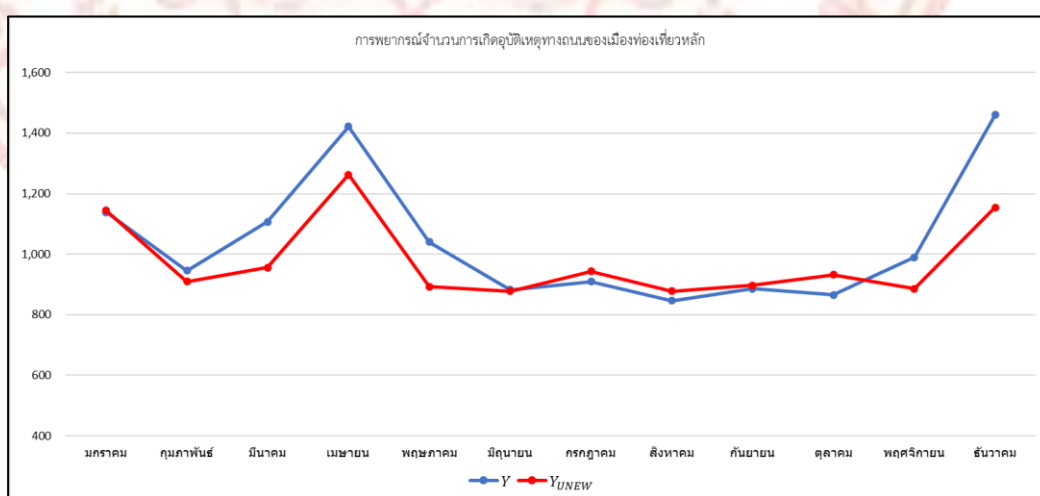
$\hat{Y}_{2t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 2 Time Series Regression Method

$\hat{Y}_{3t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 3 Box-Jenkins Method

จากนั้นทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก อีก 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2567 ได้ค่าพยากรณ์ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ปี พ.ศ.	เดือน	ค่าพยากรณ์ (หน่วย : เหตุการณ์)
2567	มกราคม	1,143.77
	กุมภาพันธ์	909.88
	มีนาคม	955.30
	เมษายน	1,262.25
	พฤษภาคม	892.64
	มิถุนายน	878.22
	กรกฎาคม	942.87
	สิงหาคม	877.72
	กันยายน	897.30
	ตุลาคม	931.91
	พฤศจิกายน	885.76
	ธันวาคม	1,154.09

ตารางที่ 5.1 ผลการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก
ในเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าจริง และค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีที่ดีที่สุด
ของเมืองท่องเที่ยวหลัก

5.1.2 ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

เมื่อทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 8 วิธี โดยใช้เกณฑ์ค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ที่ต่ำสุด ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดกับชุดข้อมูล คือ วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งทำการคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS ด้วยวิธีการถดถอย และพบว่าค่าพยากรณ์ที่ได้จากการพยากรณ์เดียวโดยวิธี Box-Jenkins มีการส่งผลกระทบต่อค่าจริงเพียงวิธีการเดียว ดังนั้นตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$CF_{RE} = 0.930\hat{Y}_{3t} \quad (62)$$

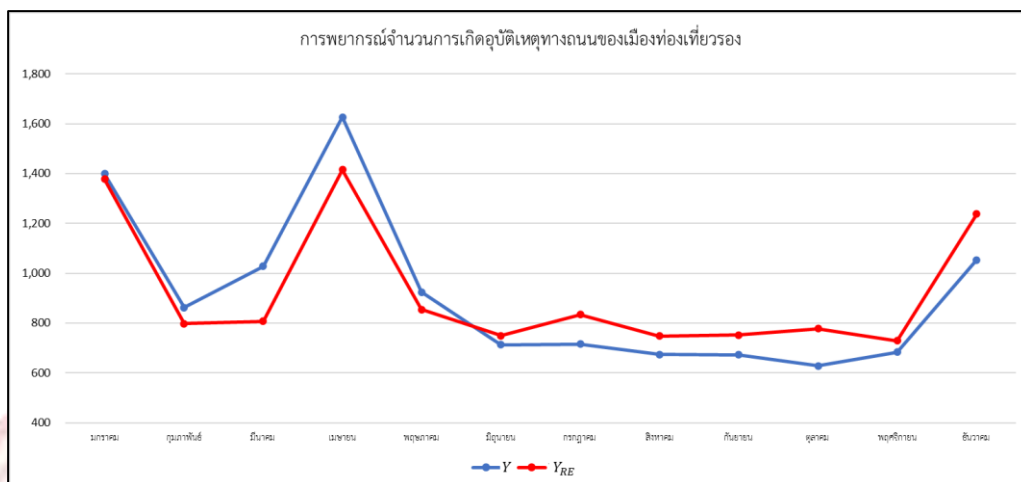
เมื่อกำหนดให้ $\hat{Y}_{3t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 3 Box-Jenkins Method

จากนั้นทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง อีก 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2567 ได้ค่าพยากรณ์ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ปี พ.ศ.	เดือน	ค่าพยากรณ์ (หน่วย : เหตุการณ์)
2567	มกราคม	1,377.84
	กุมภาพันธ์	798.27
	มีนาคม	806.66
	เมษายน	1,415.15
	พฤษภาคม	853.84
	มิถุนายน	749.63
	กรกฎาคม	833.54
	สิงหาคม	747.78
	กันยายน	751.82
	ตุลาคม	777.65
	พฤศจิกายน	729.73
	ธันวาคม	1,237.74

ตารางที่ 5.2 ผลการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ในเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าจริง และค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีที่ดีที่สุดของเมืองท่องเที่ยวรอง

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการสรุปดังกล่าวมีวิธีการพยากรณ์ข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก โดยใช้วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการให้น้ำหนักที่ไม่เท่ากัน (Unequivalent Weighted method: UNEW) และวิธีการพยากรณ์ข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง โดยใช้วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด แสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยใช้วิธีการพยากรณ์ร่วมสามารถพยากรณ์ค่าในอนาคตที่มีความแม่นยำมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วรางคณา เรียนสุทธิ์ ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณการส่งออกยางพาราในประเทศไทย กล่าวว่าการพยากรณ์ร่วมมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าตัวแบบการพยากรณ์เดี่ยว เนื่องจากมีค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด ซึ่งเป็นเกณฑ์การตัดสินเพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับชุดข้อมูล ทั้งนี้ ข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลอนุกรมเวลาในอดีต และปัจจุบัน และยังขึ้นอยู่กับ การแบ่งกลุ่มของเมืองท่องเที่ยวที่ประกอบด้วยจังหวัดต่าง ๆ เมื่อทำการพยากรณ์ค่าในอนาคตจึงมีความคลาดเคลื่อนได้ การวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุง และวางแผนมาตรการป้องกันอุบัติเหตุ และรับมือกับสถานการณ์ในปัจจุบัน และอนาคตได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำวิจัยครั้งต่อไป อาจทำการศึกษาวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ เพิ่มเติม เนื่องจากอาจมีวิธีที่สามารถพยากรณ์ได้มีประสิทธิภาพมากกว่า

2. เนื่องจากในงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยว โดยการแบ่งจังหวัดต่าง ๆ ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ เมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรอง โดยใช้ข้อมูลจากการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ซึ่งจังหวัดในกลุ่มต่าง ๆ ได้มาจากตามประกาศของทางรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หากในอนาคตมีการเปลี่ยนแปลงจังหวัดที่ถูกจัดกลุ่มนี้ จะต้องมีการอัปเดตการจัดกลุ่มใหม่ และหากใช้ตัวแบบที่ได้จากการวิจัยนี้กับชุดข้อมูลที่ถูกแบ่งกลุ่มใหม่ อาจจะมี ความคลาดเคลื่อนที่สูงได้ ดังนั้น หากนำตัวแบบนี้ไปใช้ จะต้องมีการสืบค้นเกี่ยวกับการจัดกลุ่มของ จังหวัดด้วย

3. ในงานวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทาง ถนนของจังหวัดต่าง ๆ แต่ละจังหวัด หรือจะแบ่งเป็นรายภาคได้ ตามความสนใจของผู้ที่ต้องการศึกษา

บรรณานุกรม

กระทรวงคมนาคม. **อุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม**. สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2567, จาก <https://datagov.mot.go.th/dataset/roadaccident>

กระทรวงคมนาคม. **วิสัยทัศน์ พันธกิจ กรมทางหลวง**. สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2568, จาก <https://www.mot.go.th/land/info?id=6&sid=vision12>

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจรสำนักแผนความปลอดภัย. (2566). **รายงานการวิเคราะห์สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนของกระทรวงคมนาคม พ.ศ.2565**. สืบค้นจาก https://www.otp.go.th/uploads/tiny_uploads/PDF/2566-1/RoadAccidentAna2565_final.pdf

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย. (2567). **คำนิยามประกอบการรายงานข้อมูลอุบัติเหตุทางถนน**. สืบค้นจาก https://backofficeminisite.disaster.go.th/apiv1/apps/inisite_udn/204/sitedownload/6541/download?TypeMenu=MainMenu&filename=1be7e085f5416cb9b7bbee08b506ae4a.pdf

ประชาชาติธุรกิจออนไลน์. **มาตรการลดภาษี เทียวเมืองรอง 55 จังหวัด**. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2567, จาก <https://www.prachachat.net/breaking-news/news-1578861>

ศูนย์บริการข้อมูลภาครัฐเพื่อประชาชน (Government Contact Center). **เทียวเมืองรอง 2567 ลดหย่อนภาษีได้สูงสุด 15,000 บาท**. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2567, จาก <https://www.gcc.go.th/2024/06/12>

กนกกาญจน์ ศรีสุรินทร์. (2567). **การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย**. การประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 11 และระดับนานาชาติครั้งที่ 9 “การพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนด้วย BCG Model” มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ประเทศไทย.

จรรยา เทนสันเทียะ. (2564). การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวโพดของประเทศไทย.

วิทยานิพนธ์ ศ.ม. (สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์), มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ปติตญา บุญรักษา. (2561). การพยากรณ์การเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนโดยใช้เทคนิคอนุกรมเวลา.

วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เมธาสีทธิ์ ธัญรัตน์ศรีสกุล. (2562). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ระหว่างวิธีปรับให้เรียบด้วย

เส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์เบคควม วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม

สำหรับพยากรณ์ราคาทุเรียนขาวแวนนาไมรายเดือน. วารสารวิจัย,

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

ยุทธชัย มิ่งขวัญ. (2566). การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์สำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์จากภาคการผลิตไฟฟ้า. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง ปีที่ 32 ฉบับที่ 2

เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2566. (สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์), มหาวิทยาลัยราชภัฏ-

อุดรดิตถ์. สืบค้นจาก https://li01.tci-thaijo.org/index.php/science_kmitl/article/view/258512/177569

วรศักดิ์ ธนาพรสิน. (2561). การพยากรณ์ยอดขายในธุรกิจบันเทิง: กรณีศึกษาธุรกิจ เดอะ

มาร์เวล เอ็กซ์พีเรียนซ์ ไทยแลนด์. สารนิพนธ์ วท.ม. (คณะบริหารศาสตร์),

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. สืบค้นจาก

https://www.ubs.ubu.ac.th/thesis_detail.aspx?att_id=94

วรางคณา เรียงสุทธิ. (2566). การพยากรณ์ราคาขายปลีกเฉลี่ยรายเดือนของน้ำมันดีเซล 91

ในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารวิจัย (สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ), มหาวิทยาลัยทักษิณ.

สืบค้นจาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/rmutsvrj/article/view/257209/178899>

วรางคณา เรียงสุทธิ. (2563). การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางพาราในประเทศไทย.

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร (สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ), มหาวิทยาลัยทักษิณ.

This is Mendeley biography

ภาคผนวก ก



แอททริบิวต์ของชุดข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม ทั้งหมด 38 รายการ

ตารางที่ ก.1 แอททริบิวต์ของชุดข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม

ชื่อแอททริบิวต์	รายละเอียด	ชนิดของข้อมูล
ปีที่เกิดเหตุ	ปี ค.ศ. ที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
วันที่เกิดเหตุ	วัน/เดือน/ปี ที่เกิดอุบัติเหตุ	Date
เวลา	เวลาที่เกิดอุบัติเหตุ	Time
วันที่รายงาน	วัน/เดือน/ปี ที่รายงานการเกิดอุบัติเหตุ	Date
เวลาที่รายงาน	เวลาที่รายงานการเกิดอุบัติเหตุ	Time
ACC_CODE	รหัสอุบัติเหตุจากระบบ TRAMS	Number
หน่วยงาน	หน่วยงานที่รายงานการเกิดอุบัติเหตุ	Text
สายทางหน่วยงาน	สายทางหน่วยงานที่รายงาน	Text
รหัสสายทาง	หมายเลขสายทาง	Text
สายทาง	ชื่อสายทาง	Text
KM	กิโลเมตรที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
จังหวัด	จังหวัดที่เกิดอุบัติเหตุ	Text
รถคันที่1	ประเภทของยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุ	Text
บริเวณที่เกิดเหตุ	บริเวณที่เกิดเหตุ/ลักษณะทาง	Text
มูลเหตุสันนิษฐาน	มูลเหตุสันนิษฐานในการเกิดอุบัติเหตุ	Text
ลักษณะการเกิดเหตุ	ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ	Text
สภาพอากาศ	สภาพอากาศวันที่เกิดอุบัติเหตุ	Text
LATITUDE	พิกัดละติจูด	Number
LONGITUDE	พิกัดลองจิจูด	Number
รถที่เกิดเหตุ	จำนวนรถที่เกิดอุบัติเหตุทั้งหมด	Number
รถและคนที่เกิดเหตุ	จำนวนรถและคนเดินเท้าที่เกิดอุบัติเหตุทั้งหมด	Number
รถจักรยานยนต์	จำนวนรถจักรยานยนต์ที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถสามล้อเครื่องที่เกิดอุบัติเหตุ	Number

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) แสดงแอททริบิวต์ของชุดข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม

ชื่อแอททริบิวต์	รายละเอียด	ชนิดของข้อมูล
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
รถตู้	จำนวนรถตู้ที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
รถปิคอัพโดยสาร	จำนวนรถปิคอัพโดยสารที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
รถโดยสารมากกว่า4ล้อ	จำนวนรถโดยสารมากกว่า 4 ล้อที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
รถปิคอัพบรรทุก4ล้อ	จำนวนรถปิคอัพบรรทุก 4 ล้อที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
รถบรรทุก6ล้อ	จำนวนรถบรรทุก 6 ล้อที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
รถบรรทุกไม่เกิน10ล้อ	จำนวนรถบรรทุกมากกว่า 6 ล้อ ไม่เกิน 10 ล้อที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
รถบรรทุกมากกว่า10ล้อ	จำนวนรถบรรทุกมากกว่า 10 ล้อที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
รถอีแต่น	จำนวนรถอีแต่นที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
รถอื่นๆ	จำนวนรถอื่นๆ ที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
คนเดินเท้า	จำนวนคนเดินเท้าที่เกิดอุบัติเหตุ	Number
ผู้เสียชีวิต	จำนวนผู้เสียชีวิต	Number
ผู้บาดเจ็บสาหัส	จำนวนผู้บาดเจ็บสาหัส	Number
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	จำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	Number
รวมจำนวนผู้บาดเจ็บ	จำนวนผู้บาดเจ็บทั้งหมด	Number

ที่มาของรายละเอียดแอททริบิวต์ : <https://datagov.mot.go.th/dataset/roadaccident>

จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ.2567 จำนวน 72 เดือน

ตารางที่ ก.2 จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

เดือน/ปี	2562	2563	2564	2565	2566	2567
มกราคม	788	848	904	1,002	1,139	1,138
กุมภาพันธ์	600	790	761	697	877	946
มีนาคม	670	760	881	712	953	1,107
เมษายน	1,109	706	1,200	1,094	1,256	1,422
พฤษภาคม	623	727	680	710	855	1,040
มิถุนายน	598	725	630	666	890	882
กรกฎาคม	646	917	601	752	922	910
สิงหาคม	676	795	613	733	755	846
กันยายน	605	931	611	671	872	886
ตุลาคม	708	873	743	754	819	865
พฤศจิกายน	549	847	689	742	772	990
ธันวาคม	1,039	1,200	917	818	1,170	1,460

จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ.2567 จำนวน 72 เดือน

ตารางที่ ก.3 จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

เดือน/ปี	2562	2563	2564	2565	2566	2567
มกราคม	1,061	1,146	1,342	1,299	1,325	1,399
กุมภาพันธ์	710	799	859	725	892	862
มีนาคม	858	842	910	763	967	1,028
เมษายน	1,552	1,210	1,570	1,381	1,736	1,627
พฤษภาคม	675	712	733	918	902	924
มิถุนายน	627	720	646	753	894	713
กรกฎาคม	719	1,016	652	875	931	716
สิงหาคม	749	721	611	797	815	674
กันยายน	632	964	639	764	887	673
ตุลาคม	732	872	843	818	868	628
พฤศจิกายน	765	973	681	783	787	684
ธันวาคม	1,593	1,535	1,291	1,153	1,649	1,053

รายชื่อจังหวัดของเมืองท่องเที่ยวหลักจำนวน 22 จังหวัด และเมืองท่องเที่ยวรองจำนวน 55 จังหวัด

ตารางที่ ก.4 รายชื่อจังหวัดของเมืองท่องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรอง

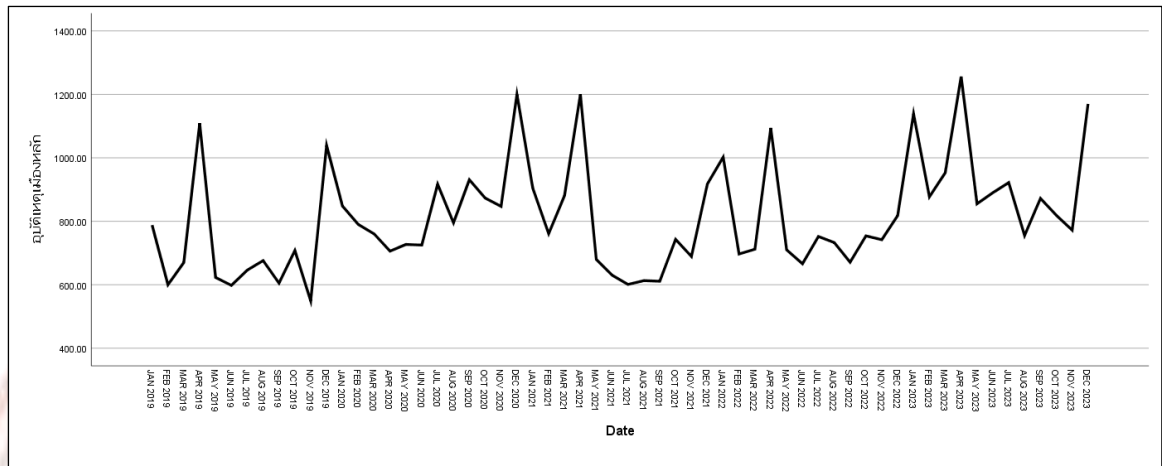
เมืองท่องเที่ยวหลัก	เมืองท่องเที่ยวรอง		
กระบี่	กาญจนบุรี	พังงา	สระแก้ว
กรุงเทพมหานคร	กาฬสินธุ์	พัทลุง	สิงห์บุรี
ขอนแก่น	กำแพงเพชร	พิจิตร	สุโขทัย
ชลบุรี	จันทบุรี	พิษณุโลก	สุพรรณบุรี
เชียงใหม่	ฉะเชิงเทรา	เพชรบูรณ์	สุรินทร์
นครปฐม	ชัยนาท	แพร่	หนองคาย
นครราชสีมา	ชัยภูมิ	มหาสารคาม	หนองบัวลำภู
นครศรีธรรมราช	ชุมพร	มุกดาหาร	อ่างทอง
นนทบุรี	เชียงราย	แม่ฮ่องสอน	อำนาจเจริญ
ปทุมธานี	ตรัง	ยโสธร	อุดรดิตถ์
ประจวบคีรีขันธ์	ตราด	ยะลา	อุทัยธานี
เพชรบุรี	ตาก	ร้อยเอ็ด	
ภูเก็ต	นครนายก	ระนอง	
ระยอง	นครพนม	ราชบุรี	
ลำปาง	นครสวรรค์	ลพบุรี	
สงขลา	นราธิวาส	ลำพูน	
สมุทรปราการ	น่าน	เลย	
สระบุรี	บึงกาฬ	ศรีสะเกษ	
สุราษฎร์ธานี	บุรีรัมย์	สกลนคร	
อยุธยา	ปราจีนบุรี	สตูล	
อุดรธานี	ปัตตานี	สมุทรสงคราม	
อุบลราชธานี	พะเยา	สมุทรสาคร	



ภาคผนวก ข

ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

รูปที่ ข.1 การเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก



จากรูปที่ ข.1 แสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนไหวของข้อมูลมีแนวโน้ม และการผันแปรตามฤดูกาล

1. วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method)

ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ได้ผลดังนี้

รูปที่ ข.2 การประมาณค่า α , γ และ δ ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

Exponential Smoothing Model Parameters						
Model			Estimate	SE	t	Sig.
อุบัติเหตุเมืองหลัก- Model_1	No Transformation	Alpha (Level)	.310	.095	3.255	.002
		Gamma (Trend)	9.142E-7	.013	7.186E-5	1.000
		Delta (Season)	.001	.186	.005	.996

จากการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก ซึ่งมีทั้งแนวโน้ม และการผันแปรตามฤดูกาล ชุดข้อมูลนี้จึงเหมาะสมกับวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ด้วยวิธีของวินเทอร์ ทั้งนี้ จากการเคลื่อนไหวของข้อมูลพบว่าอิทธิพลของฤดูกาลมีลักษณะคงที่ตามระดับของข้อมูลเมื่อเวลามีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้ง เลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (Winters' Additive Exponential Smoothing Method) สำหรับทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อคำนวณหาค่าคงที่การปรับเรียบ α, γ และ δ ซึ่งได้ค่าดังนี้

1. ค่าคงที่สำหรับปรับเรียบระหว่างข้อมูลและค่าพยากรณ์ $\alpha = 0.310$
2. ค่าคงที่ปรับเรียบค่าแนวโน้มจริงและค่าประมาณแนวโน้ม $\gamma = 9.142E-7$
3. ค่าคงที่ปรับเรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงและค่าประมาณฤดูกาล $\delta = 0.001$

นำค่า α, γ และ δ ไปทำการหาค่าระดับของข้อมูล a_t และส่วนที่เป็นแนวโน้ม b_t โดยใช้โปรแกรม Minitab 18 ได้ผลดังนี้

ตัวแบบการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + S_t + \varepsilon_t \quad (25)$$

จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) + \hat{S}_{t-p+m} \quad \text{เมื่อ } t > p \quad (26)$$

จากโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab 18 สามารถหาสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

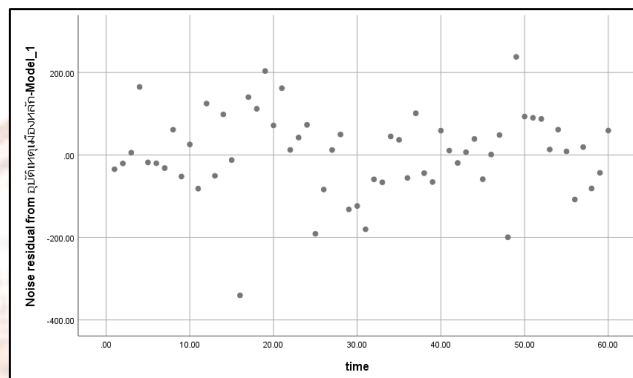
$$\hat{Y}_{t+m} = 921.834 + 0.892(m) + \hat{S}_{t-p+m} \quad (27)$$

เมื่อ	$\hat{S}_1 = 142.439$	$\hat{S}_7 = -43.6832$
	$\hat{S}_2 = -51.686$	$\hat{S}_8 = -99.801$
	$\hat{S}_3 = -4.407$	$\hat{S}_9 = -79.118$
	$\hat{S}_4 = 270.472$	$\hat{S}_{10} = -40.635$
	$\hat{S}_5 = -86.447$	$\hat{S}_{11} = -103.152$
	$\hat{S}_6 = -106.565$	$\hat{S}_{12} = 202.931$
p คือ จำนวนฤดูกาล		

ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่หรือไม่

รูปที่ ข.4 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ
ของเมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง



จากรูปที่ ข.4 จะเห็นได้ว่า ความคลาดเคลื่อนกระจายอย่างไม่มีรูปแบบอยู่รอบๆ ศูนย์ จึงอนุมานได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่

2. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

รูปที่ ข.5 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ
ของเมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Noise residual from อุบัติเหตุเมืองหลัก-Model_1	.078	60	.200 [*]	.974	60	.236
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย มีจำนวนทั้งหมด 60 ค่า จึงต้องอ่านค่าจากสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov และเมื่อพิจารณาว่า sig = 0.200* ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

3. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกันหรือไม่

รูปที่ ข.6 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

Autocorrelations					
Series: Noise residual from อุบัติเหตุเมืองหลัก-Model_1					
Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	.011	.126	.008	1	.929
2	.079	.125	.413	2	.814
3	.025	.124	.455	3	.929
4	-.091	.123	1.001	4	.910
5	.000	.122	1.001	5	.963
6	-.045	.120	1.143	6	.980
7	-.057	.119	1.371	7	.986
8	-.172	.118	3.484	8	.900
9	.081	.117	3.967	9	.914
10	-.006	.116	3.970	10	.949
11	-.142	.115	5.506	11	.904
12	-.277	.114	11.445	12	.491
13	.003	.112	11.446	13	.573
14	.079	.111	11.952	14	.610
15	.128	.110	13.297	15	.579
16	.077	.109	13.794	16	.614

a. The underlying process assumed is independence (white noise).
b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน

จากรูปที่ ข.6 เมื่อพิจารณาค่า sig ทุกค่า มีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0)

กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ในปี พ.ศ.2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

ตารางที่ ข.1 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,074.95	63.05	0.0554
	กุมภาพันธ์	946.00	883.74	62.26	0.0658
	มีนาคม	1,107.00	933.93	173.07	0.1563
	เมษายน	1,422.00	1,211.72	210.28	0.1479
	พฤษภาคม	1,040.00	857.71	182.29	0.1753
	มิถุนายน	882.00	840.50	41.50	0.0471
	กรกฎาคม	910.00	906.29	3.71	0.0041
	สิงหาคม	846.00	853.07	-7.07	0.0084
	กันยายน	886.00	876.65	9.35	0.0106
	ตุลาคม	865.00	918.02	-53.02	0.0613
	พฤศจิกายน	990.00	858.37	131.63	0.1330
	ธันวาคม	1,460.00	1,167.31	292.69	0.2005
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					8.8790

2. วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method)

จากการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก มีแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งข้อมูลที่น่าสนใจนำมาทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ มีลักษณะเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2566 โดยจะทำการกำหนดตัวแปรอิสระในการพยากรณ์ ดังต่อไปนี้

- 1) ตัวแปรบ่งชี้เวลา (t) สำหรับอิทธิพลจากแนวโน้ม
- 2) ตัวแปรบ่งชี้ฤดูกาล ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_{12}$) สำหรับอิทธิพลจากฤดูกาล

ตัวแบบการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \alpha + \beta_1 S_{1t} + \beta_2 S_{2t} + \beta_3 S_{3t} + \dots + \beta_{L-1} S_{L-1,t} + \varepsilon_t \quad (28)$$

ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ได้ผลดังนี้

รูปที่ ข.7 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1087012.883	12	90584.407	6.592	.000 ^b
	Residual	645826.767	47	13740.995		
	Total	1732839.650	59			

a. Dependent Variable: อุบัติเหตุเมืองหลัก

b. Predictors: (Constant), x11, time, x6, x7, x5, x8, x4, x9, x3, x10, x2, x1

สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_{11} = 0$$

$$H_1 : \text{มี } \beta_i \text{ อย่างน้อย 1 ตัว มีค่าไม่เท่ากับ 0 เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots$$

เมื่อพิจารณาค่า sig.=0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha=0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0)

กล่าวคือ มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ส่งผลต่อตัวแปรตาม ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha=0.05$

ทำการทดสอบสัมประสิทธิ์ถดถอยรายตัว โดยใช้สถิติทดสอบ T

รูปที่ ข.8 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การถดถอยจากการคัดเลือกตัวแบบของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลัก

Coefficients ^a						
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	914.550	61.472		14.878	.000
	time	3.174	.892	.323	3.559	.001
	x1	-57.690	74.784	-.094	-.771	.444
	x2	-252.064	74.672	-.410	-3.376	.001
	x3	-205.037	74.571	-.333	-2.750	.008
	x4	69.589	74.480	.113	.934	.355
	x5	-287.585	74.400	-.468	-3.865	.000
	x6	-307.958	74.331	-.501	-4.143	.000
	x7	-245.332	74.272	-.399	-3.303	.002
	x8	-301.706	74.223	-.491	-4.065	.000
	x9	-281.279	74.186	-.457	-3.792	.000
	x10	-243.053	74.159	-.395	-3.277	.002
x11	-305.826	74.143	-.497	-4.125	.000	

a. Dependent Variable: อนุมัติเหมืองหลัก

a. Dependent Variable: อุบัติเหตุเมืองหลัก

สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \alpha = 0$$

$$H_1 : \alpha \neq 0$$

เมื่อพิจารณาค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0)

กล่าวคือ $\alpha \neq 0$ (ค่าคงที่มีค่าไม่เท่ากับ 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \beta = 0$$

$$H_1 : \beta \neq 0$$

เมื่อพิจารณาค่า Sig. = 0.001 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0)

หมายความว่า $\beta \neq 0$ แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลานี้มีแนวโน้ม (Trend) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และในส่วนของความผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal) จะไม่นำมาพิจารณา

ดังนั้น สมการที่ใช้ในการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลัก โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา คือ

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t = & 914.55 + 0.001t - 57.69S_1 - 252.064S_2 - 205.037S_3 \\ & + 69.589S_4 - 287.585S_5 - 307.958S_6 - 245.332S_7 \\ & - 301.706S_8 - 281.279S_9 - 243.053S_{10} - 305.286S_{11} \\ & + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (29)$$

โดยที่ $\varepsilon_t = \phi_1 \varepsilon_{t-1} + e_t$

$\hat{Y}_t$ คือ จำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลัก

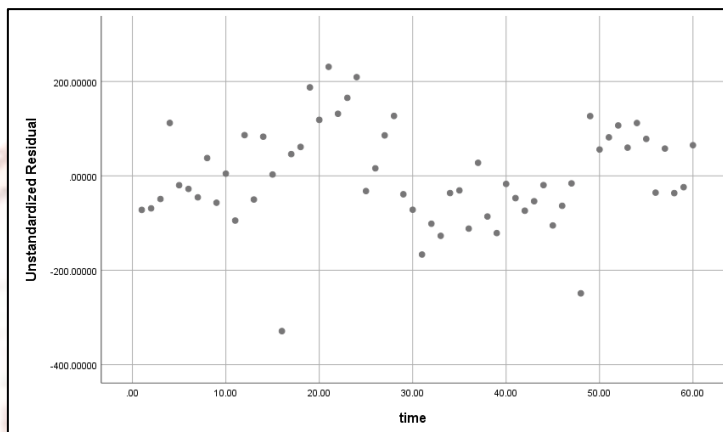
t คือ เวลา

จุดกำเนิด ณ วันที่ 1 มกราคม 2567

ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method) โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่หรือไม่

รูปที่ ข.9 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของ
เมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา



จากรูปที่ ข.9 จะเห็นได้ว่า ความคลาดเคลื่อนกระจายอย่างไม่มีรูปแบบอยู่รอบๆ ศูนย์
จึงอนุมานได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่

2. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

รูปที่ ข.10 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ
ของเมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	.110	60	.067	.972	60	.187
a. Lilliefors Significance Correction						

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย มีจำนวนทั้งหมด 60 ค่า จึงต้องอ่านค่าจากสถิติทดสอบ
Kolmogorov-Smirnov และเมื่อพิจารณาค่า sig = 0.067 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับ
สมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

3. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกันหรือไม่

รูปที่ ข.11 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา

Autocorrelations					
Series: Unstandardized Residual					
Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	.314	.126	6.224	1	.013
2	.311	.125	12.421	2	.002
3	.223	.124	15.673	3	.001
4	.098	.123	16.316	4	.003
5	.111	.122	17.153	5	.004
6	.031	.120	17.221	6	.009
7	-.025	.119	17.266	7	.016
8	-.137	.118	18.603	8	.017
9	-.003	.117	18.603	9	.029
10	-.092	.116	19.231	10	.037
11	-.216	.115	22.776	11	.019
12	-.320	.114	30.702	12	.002
13	-.123	.112	31.907	13	.002
14	-.061	.111	32.211	14	.004
15	-.026	.110	32.266	15	.006
16	-.082	.109	32.835	16	.008

a. The underlying process assumed is independence (white noise).
b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน

จากรูปที่ ข.11 เมื่อทำการพิจารณาค่า sig ทุกค่า มีบางค่าที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ

สมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีการถดถอย เมื่อทำการตรวจสอบตัวแบบ แล้วพบว่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน สามารถกำหนดให้เป็นตัวแบบ AR(1) ได้ โดยที่ $\varepsilon_t = \phi\varepsilon_{t-1}$ จึงดำเนินการโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตัวแบบ AR(1) ได้ผลดังต่อไปนี้

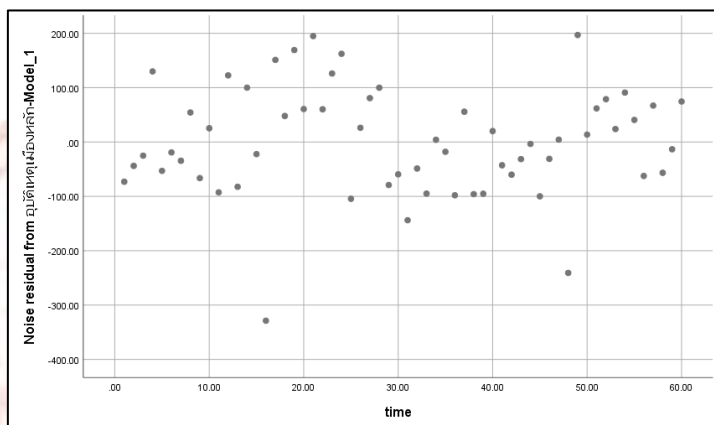
รูปที่ ข.12 การวิเคราะห์โดยใช้ตัวแบบ AR(1) ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ARIMA Model Parameters					Estimate	SE	t	Sig.
อุบัติเหตุเมืองหลัก- Model_1	อุบัติเหตุเมืองหลัก	No Transformation	Constant		905.145	67.232	13.463	.000
			AR	Lag 1	.316	.140	2.250	.029
	time	No Transformation	Numerator	Lag 0	3.307	1.220	2.710	.009
	x1	No Transformation	Numerator	Lag 0	-47.432	64.742	-.733	.468
	x2	No Transformation	Numerator	Lag 0	-244.810	72.147	-3.393	.001
	x3	No Transformation	Numerator	Lag 0	-198.823	74.163	-2.681	.010
	x4	No Transformation	Numerator	Lag 0	75.383	74.691	1.009	.318
	x5	No Transformation	Numerator	Lag 0	-282.016	74.775	-3.772	.000
	x6	No Transformation	Numerator	Lag 0	-302.555	74.718	-4.049	.000
	x7	No Transformation	Numerator	Lag 0	-240.081	74.582	-3.219	.002
	x8	No Transformation	Numerator	Lag 0	-296.622	74.279	-3.993	.000
	x9	No Transformation	Numerator	Lag 0	-276.428	73.439	-3.764	.000
	x10	No Transformation	Numerator	Lag 0	-238.647	70.808	-3.370	.002
	x11	No Transformation	Numerator	Lag 0	-302.544	61.780	-4.897	.000

หลังจากนั้นทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ AR(1) อีกครั้ง โดยทำการตรวจสอบ ข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่หรือไม่

รูปที่ ข.13 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ
ของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบ AR(1)



จากรูปที่ ข.13 จะเห็นได้ว่า ความคลาดเคลื่อนกระจายอย่างไม่มีรูปแบบอยู่รอบๆ ศูนย์ จึงอนุมานได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่

2. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

รูปที่ ข.14 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ
ของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบ AR(1)

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Noise residual from อุบัติเหตุเมืองหลัก-Model_1	.095	60	.200*	.966	60	.095
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย มีจำนวนทั้งหมด 60 ค่า จึงต้องอ่านค่าจากสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov และเมื่อพิจารณาค่า sig = 0.200* ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

3. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกันหรือไม่

รูปที่ ข.15 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบ AR(1)

Autocorrelations					
Series: Noise residual from อุบัติเหตุเมืองหลัก-Model_1					
Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	-.072	.126	.323	1	.570
2	.192	.125	2.687	2	.261
3	.128	.124	3.763	3	.288
4	.005	.123	3.765	4	.439
5	.088	.122	4.291	5	.508
6	.011	.120	4.299	6	.636
7	.012	.119	4.310	7	.743
8	-.155	.118	6.029	8	.644
9	.083	.117	6.527	9	.686
10	-.030	.116	6.596	10	.763
11	-.115	.115	7.593	11	.749
12	-.261	.114	12.862	12	.379
13	-.023	.112	12.906	13	.455
14	-.020	.111	12.938	14	.531
15	.019	.110	12.967	15	.605
16	-.051	.109	13.188	16	.659

a. The underlying process assumed is independence (white noise).
b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน

จากรูปที่ ข.15 เมื่อพิจารณาค่า sig ทุกค่า มีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา ในปี พ.ศ.2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

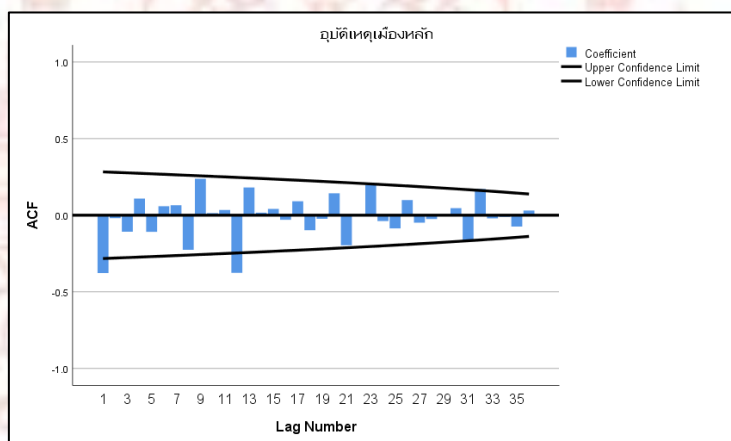
ตาราง ข.2 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลาของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,080.43	57.57	0.0506
	กุมภาพันธ์	946.00	872.01	73.99	0.0782
	มีนาคม	1,107.00	916.77	190.23	0.1718
	เมษายน	1,422.00	1,192.85	229.15	0.1611
	พฤษภาคม	1,040.00	838.31	201.69	0.1939
	มิถุนายน	882.00	820.94	61.06	0.0692
	กรกฎาคม	910.00	886.67	23.33	0.0256
	สิงหาคม	846.00	833.42	12.58	0.0149
	กันยายน	886.00	856.92	29.08	0.0328
	ตุลาคม	865.00	898.01	-33.01	0.0382
	พฤศจิกายน	990.00	837.42	152.58	0.1541
	ธันวาคม	1,460.00	1,143.27	316.73	0.2169
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					10.0625

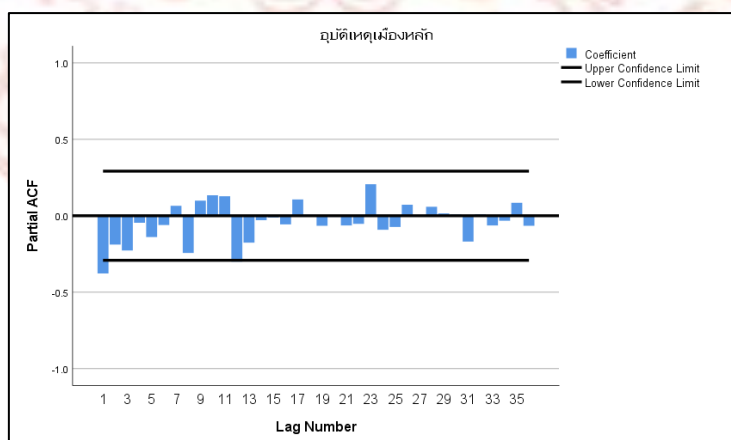
3. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก พบว่าข้อมูลมีแนวโน้ม และการผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งบ่งชี้ว่าข้อมูลมีลักษณะไม่คงที่หรือไม่เป็นสเตชันนารี จึงดำเนินการหาผลต่างปกติ (d) เพื่อลดแนวโน้มของข้อมูล และใช้การหาผลต่างตามฤดูกาล (D) เพื่อลดผลกระทบของฤดูกาล เพื่อให้อนุกรมเวลากลายเป็นสเตชันนารี โดยการกำหนดตัวแบบเมื่อ $d = 1$ และ $D = 1$ จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

รูปที่ ข.16 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก



รูปที่ ข.17 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF) ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก



จากกราฟ ACF และ PACF ได้ตัวแบบที่เหมาะสม คือ $ARIMA(0,1,1)(1,1,0)_{12}$

ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ได้ผลดังนี้

รูปที่ ข.18 แสดงการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์จากการเลือกตัวแบบ ARIMA ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ARIMA Model Parameters				Estimate	SE	t	Sig.
อุบัติเหตุเมืองหลัก- Model_1	อุบัติเหตุเมืองหลัก	No Transformation	Difference	1			
			MA Lag 1	.655	.119	5.498	.000
			AR, Seasonal Lag 1	-.575	.121	-4.746	.000
			Seasonal Difference	1			

ดังนั้น ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) คือ

$$(1 - B)(1 - B^{12})(1 - \phi_{12}B^{12})Y_t = (1 - \theta_1 B)\varepsilon_t \quad (30)$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์รูปแบบของ $ARIMA(0,1,1)(1,1,0)_{12}$ จะได้ค่าประมาณของ $\hat{\theta}_0 = 0$, $\hat{\theta}_1 = 0.655$ และ $\hat{\phi}_{12} = -0.575$

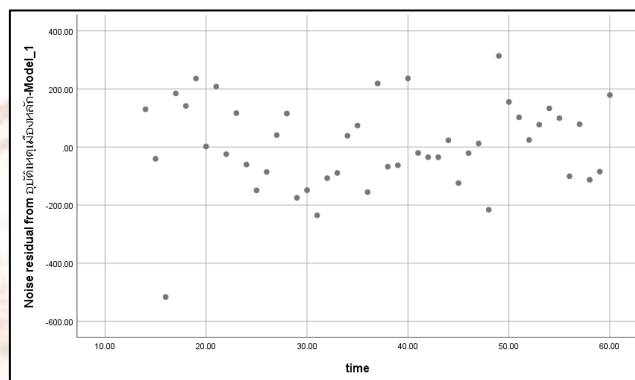
ดังนั้น ตัวแบบการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} + Y_{t-13} - 0.575Y_{t-12} + 0.575Y_{t-13} + 0.575Y_{t-24} - 0.575Y_{t-25} - 0.655\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \quad (31)$$

ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่หรือไม่

รูปที่ ข.19 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบของบอกซ์-เจนกินส์



จากรูปที่ ข.19 จะเห็นได้ว่า ความคลาดเคลื่อนกระจายอย่างไม่มีรูปแบบอยู่รอบๆ ศูนย์ จึงอนุมานได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่

2. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

รูปที่ ข.20 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบของบอกซ์-เจนกินส์

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Noise residual fromอุบัติเหตุเมืองหลัก-Model_1	.060	47	.200 [*]	.965	47	.167
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย มีจำนวนทั้งหมด 60 ค่า จึงต้องอ่านค่าจากสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov และเมื่อพิจารณาค่า sig = 0.200^{*} ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

3. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกันหรือไม่

รูปที่ ข.21 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวน
การเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวหลักของตัวแบบของบอกร์-เจนกินส์

Autocorrelations					
Series: Noise residual from อุบัติเหตุเมืองหลัก-Model_1					
Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	-.020	.141	.020	1	.887
2	-.019	.140	.039	2	.981
3	.003	.138	.039	3	.998
4	-.025	.137	.073	4	.999
5	-.040	.135	.159	5	.999
6	-.004	.133	.160	6	1.000
7	-.059	.132	.359	7	1.000
8	-.175	.130	2.159	8	.976
9	.082	.128	2.562	9	.979
10	.003	.127	2.563	10	.990
11	-.103	.125	3.246	11	.987
12	-.115	.123	4.113	12	.981
13	.021	.122	4.144	13	.990
14	.121	.120	5.159	14	.983
15	.041	.118	5.279	15	.989
16	.094	.116	5.935	16	.989

a. The underlying process assumed is independence (white noise).
b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน

จากรูปที่ ข.21 เมื่อทำการพิจารณาค่า sig ทุกค่า มีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับ

สมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก โดยวิธี บอกรี-เจนกินส์ ในปี พ.ศ.2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

ตาราง ข.3 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของวิธีการพยากรณ์แบบบอกรี-เจนกินส์ของชุดข้อมูลจำนวน การเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,237.92	-99.92	0.0878
	กุมภาพันธ์	946.00	951.17	-5.17	0.0055
	มีนาคม	1,107.00	992.07	114.93	0.1038
	เมษายน	1,422.00	1,340.53	81.47	0.0573
	พฤษภาคม	1,040.00	949.31	90.69	0.0872
	มิถุนายน	882.00	938.85	-56.85	0.0645
	กรกฎาคม	910.00	1,001.93	-91.93	0.1010
	สิงหาคม	846.00	920.09	-74.09	0.0876
	กันยายน	886.00	934.09	-48.09	0.0543
	ตุลาคม	865.00	959.35	-94.35	0.1091
	พฤศจิกายน	990.00	932.49	57.51	0.0581
	ธันวาคม	1,460.00	1,145.20	314.80	0.2156
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					8.5975

4. วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย

ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย จะทำการเลือกตัวแปรโดยวิธี Stepwise ซึ่งมีตัวแบบการคำนวณ ดังนี้

$$CF_{it} = \beta_0 + \sum_{t=1}^n \beta_i \hat{Y}_{it} + \varepsilon_t \quad (35)$$

โดยที่ $\hat{Y}_{jt}$ คือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่ i ณ คาบเวลาที่ t

i คือ วิธีการพยากรณ์ที่ i ; $i = 1, 2, \dots, m$

t คือ คาบเวลา ; $t = 1, 2, \dots, n$

ทำการคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS โดยกำหนดให้ค่าจริง (Y_t) เป็นตัวแปรตาม และค่าพยากรณ์เดี่ยวเป็นตัวแปรอิสระ ได้ผลลัพธ์ดังนี้

รูปที่ ข.22 การประมวลผลโดยใช้โปรแกรม SPSS ด้วยวิธีการถดถอยของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

Coefficients ^{a,b}					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	Y_expo	1.104	.029	.996	.000

a. Dependent Variable: Y
b. Linear Regression through the Origin

- สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \beta_{expo} = 0$$

$$H_1 : \beta_{expo} \neq 0$$

เมื่อพิจารณาค่า sig = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า $\beta_{expo} \neq 0$ แสดงว่าค่าพยากรณ์เดี่ยวโดยวิธี Exponential Smoothing Method ส่งผลต่อค่าจริง (Y_t) ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ดังนั้น จะได้ตัวแบบพยากรณ์ร่วม คือ

$$CF_{it} = 1.104\hat{Y}_{1t} \quad (36)$$

เมื่อกำหนดให้ $\hat{Y}_{1t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 1 Exponential Smoothing Method

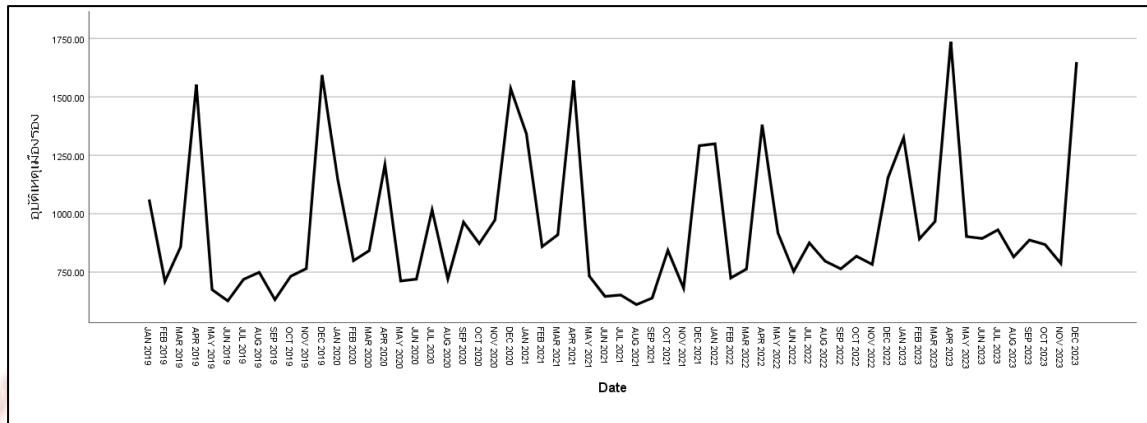
ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลักในปี พ.ศ.2567 และค่า MAPE

ตารางที่ ข.4 ค่าพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	CF_{RE}	APE
2567	มกราคม	1,138.00	1,074.95	1,080.43	1,237.92	1,186.76	0.0428
	กุมภาพันธ์	946.00	883.74	872.01	951.17	975.66	0.0314
	มีนาคม	1,107.00	933.93	916.77	992.07	1,031.07	0.0686
	เมษายน	1,422.00	1,211.72	1,192.85	1,340.53	1,337.76	0.0592
	พฤษภาคม	1,040.00	857.71	838.31	949.31	946.92	0.0895
	มิถุนายน	882.00	840.50	820.94	938.85	927.92	0.0521
	กรกฎาคม	910.00	906.29	886.67	1,001.93	1,000.56	0.0995
	สิงหาคม	846.00	853.07	833.42	920.09	941.80	0.1132
	กันยายน	886.00	876.65	856.92	934.09	967.83	0.0924
	ตุลาคม	865.00	918.02	898.01	959.35	1,013.51	0.1717
	พฤศจิกายน	990.00	858.37	837.42	932.49	947.65	0.0428
	ธันวาคม	1,460.00	1,167.31	1,143.27	1,145.20	1,288.73	0.1173
		MAPE	8.8790	10.0625	8.5975		8.171

ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

รูปที่ ข.23 การเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง



จากรูปที่ ข.23 แสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนไหวของข้อมูลมีแนวโน้ม และการผันแปรตามฤดูกาล

1. วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method)

ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ได้ผลดังนี้

รูปที่ ข.24 การประมาณค่า α , γ และ δ ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

Exponential Smoothing Model Parameters						
Model			Estimate	SE	t	Sig.
อุบัติเหตุเมืองรอง-Model_1	No Transformation	Alpha (Level)	.282	.087	3.224	.002
		Gamma (Trend)	.001	.008	.080	.936
		Delta (Season)	.211	.120	1.752	.085

จากการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง ซึ่งมีทั้งแนวโน้ม และการผันแปรตามฤดูกาล ชุดข้อมูลนี้จึงเหมาะสมกับวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ด้วยวิธีของวินเทอร์ ทั้งนี้ จากการเคลื่อนไหวของข้อมูลพบว่าอิทธิพลของฤดูกาลมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับของข้อมูลเมื่อเวลามีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Winters' Multiplicative Exponential Smoothing Method) สำหรับทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อ คำนวณค่าคงที่การปรับเรียบ α, γ และ δ ซึ่งได้ค่าดังนี้

1. ค่าคงที่สำหรับปรับเรียบระหว่างข้อมูลและค่าพยากรณ์ $\alpha = 0.282$
2. ค่าคงที่ปรับเรียบค่าแนวโน้มจริงและค่าประมาณแนวโน้ม $\gamma = 0.001$
3. ค่าคงที่ปรับเรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงและค่าประมาณฤดูกาล $\delta = 0.211$

นำค่า α, γ และ δ ไปทำการหาค่าระดับของข้อมูล a_t และส่วนที่เป็นแนวโน้ม b_t โดยใช้ โปรแกรม Minitab 18 ได้ผลดังนี้

ตัวแบบการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) S_t \varepsilon_t \quad (43)$$

จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+m} = \begin{cases} (a_t + b_t(m)) \hat{S}_t & , \text{when } t \leq p \\ (a_t + b_t(m)) \hat{S}_{t-p+m} & , \text{when } t > p \end{cases} \quad (44)$$

จากโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab 18 สามารถหาสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (1054.6 + 4.069(m)) \hat{S}_{t-p+m} \quad (45)$$

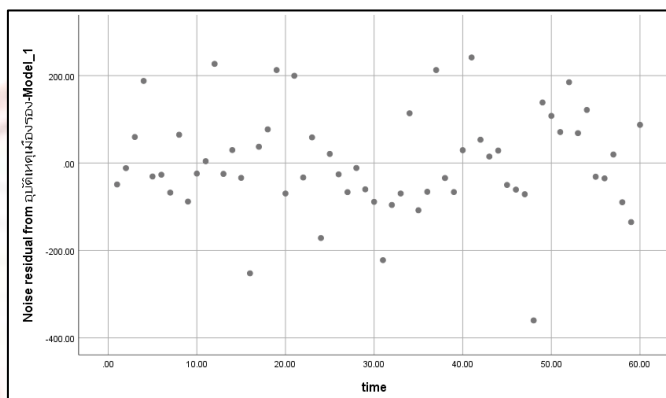
เมื่อ	$\hat{S}_1 = 1.341$	$\hat{S}_7 = 0.874$
	$\hat{S}_2 = 0.853$	$\hat{S}_8 = 0.771$
	$\hat{S}_3 = 0.921$	$\hat{S}_9 = 0.810$
	$\hat{S}_4 = 1.580$	$\hat{S}_{10} = 0.865$
	$\hat{S}_5 = 0.839$	$\hat{S}_{11} = 0.827$
	$\hat{S}_6 = 0.768$	$\hat{S}_{12} = 1.503$

p คือ จำนวนฤดูกาล

ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่หรือไม่

รูปที่ ข.26 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ
ของเมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง



จากรูปที่ ข.26 จะเห็นได้ว่า ความคลาดเคลื่อนกระจายอย่างไม่มีรูปแบบอยู่รอบๆ ศูนย์
จึงอนุมานได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่

2. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

รูปที่ ข.27 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ
ของเมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Noise residual from อุบัติเหตุเมืองรอง-Model_1	.103	60	.177	.961	60	.052
a. Lilliefors Significance Correction						

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย มีจำนวนทั้งหมด 60 ค่า จึงต้องอ่านค่าจากสถิติทดสอบ
Kolmogorov-Smirnov และเมื่อพิจารณาค่า sig = 0.177 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับ
สมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

3. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกันหรือไม่

รูปที่ ข.28 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

Autocorrelations					
Series: Noise residual from อุบัติเหตุเมืองรอง-Model_1					
Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	.047	.126	.137	1	.711
2	.048	.125	.287	2	.866
3	-.074	.124	.643	3	.887
4	-.016	.123	.660	4	.956
5	-.225	.122	4.082	5	.538
6	-.200	.120	6.841	6	.336
7	-.021	.119	6.871	7	.442
8	.069	.118	7.207	8	.514
9	.079	.117	7.667	9	.568
10	-.125	.116	8.826	10	.549
11	.039	.115	8.939	11	.627
12	-.177	.114	11.363	12	.498
13	.039	.112	11.482	13	.571
14	-.107	.111	12.400	14	.574
15	.222	.110	16.483	15	.351
16	.102	.109	17.356	16	.363

a. The underlying process assumed is independence (white noise).
b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน

จากรูปที่ ข.28 เมื่อพิจารณาค่า sig ทุกค่า มีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับ

สมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง ในปี พ.ศ. 2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

ตารางที่ ข.5 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,409.98	-10.98	0.0078
	กุมภาพันธ์	862.00	904.49	-42.49	0.0493
	มีนาคม	1,028.00	986.72	41.28	0.0402
	เมษายน	1,627.00	1,679.88	-52.88	0.0325
	พฤษภาคม	924.00	868.76	55.24	0.0598
	มิถุนายน	713.00	795.12	-82.12	0.1152
	กรกฎาคม	716.00	922.79	-206.79	0.2888
	สิงหาคม	674.00	821.62	-147.62	0.2190
	กันยายน	673.00	856.63	-183.63	0.2729
	ตุลาคม	628.00	922.95	-294.95	0.4697
	พฤศจิกายน	684.00	904.91	-220.91	0.3230
	ธันวาคม	1,053.00	1,649.69	-596.69	0.5667
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					20.3728

2. วิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method)

จากการเคลื่อนไหวก่อนหน้าของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง มีแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งข้อมูลที่น่ามาทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ มีลักษณะเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2566 โดยจะทำการกำหนดตัวแปรอิสระในการพยากรณ์ ดังต่อไปนี้

- 1) ตัวแปรบ่งชี้เวลา (t) สำหรับอิทธิพลจากแนวโน้ม
- 2) ตัวแปรบ่งชี้ฤดูกาล ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_{12}$) สำหรับอิทธิพลจากฤดูกาล

ตัวแบบการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \alpha + \beta_1 S_{1t} + \beta_2 S_{2t} + \beta_3 S_{3t} + \dots + \beta_{L-1} S_{L-1,t} + \varepsilon_t \quad (46)$$

ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ได้ผลดังนี้

รูปที่ ข.29 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรอง

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4336865.942	12	361405.495	23.898	.000 ^b
	Residual	710771.992	47	15122.808		
	Total	5047637.933	59			
a. Dependent Variable: อุบัติเหตุเมืองรอง						
b. Predictors: (Constant), x11, time, x6, x7, x5, x8, x4, x9, x3, x10, x2, x1						

สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_{11} = 0$$

$$H_1 : \text{มี } \beta_i \text{ อย่างน้อย 1 ตัว มีค่าไม่เท่ากับ 0 เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots$$

เมื่อพิจารณาค่า sig.=0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha=0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0)

กล่าวคือ มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ส่งผลต่อตัวแปรตาม ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha=0.05$

ทำการทดสอบสัมประสิทธิ์ถดถอยรายตัว โดยใช้สถิติทดสอบ T

รูปที่ ข.30 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การถดถอยจากการคัดเลือกตัวแบบของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรอง

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	1357.225	64.489		.000
	time	2.416	.936	.144	.013
	x1	-183.024	78.454	-.174	.024
	x2	-623.040	78.337	-.594	.000
	x3	-554.456	78.231	-.528	.000
	x4	64.928	78.135	.062	.410
	x5	-639.288	78.051	-.609	.000
	x6	-701.704	77.978	-.669	.000
	x7	-593.520	77.917	-.566	.000
	x8	-695.936	77.866	-.663	.000
	x9	-659.752	77.827	-.629	.000
	x10	-612.768	77.799	-.584	.000
	x11	-643.984	77.782	-.614	.000

a. Dependent Variable: อุบัติเหตุเมืองรอง

สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \alpha = 0$$

$$H_1 : \alpha \neq 0$$

เมื่อพิจารณาค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0)

กล่าวคือ $\alpha \neq 0$ (ค่าคงที่มีค่าไม่เท่ากับ 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \beta = 0$$

$$H_1 : \beta \neq 0$$

เมื่อพิจารณาค่า Sig. = 0.013 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0)

หมายความว่า $\beta \neq 0$ แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลานี้มีแนวโน้ม (Trend) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และในส่วนของความผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal) จะไม่นำมาพิจารณา

ดังนั้น สมการที่ใช้ในการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง โดยใช้วิธีการถดถอยในการวัดความผันแปรตามฤดูกาล คือ

$$\hat{Y}_t = 1357.225 + 2.416t - 183.024S_1 - 623.040S_2 - 554.456S_3 + 64.928S_4 - 639.288S_5 - 701.704S_6 - 593.520S_7 - 695.936S_8 - 659.752S_9 - 612.768S_{10} - 643.984S_{11} + \varepsilon_t \quad (47)$$

โดยที่ $\varepsilon_t = \phi_1 \varepsilon_{t-1} + e_t$

$\hat{Y}_t$ คือ จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

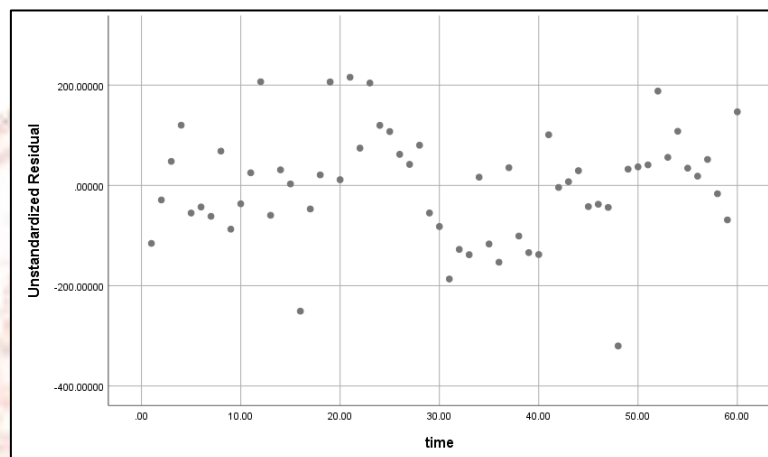
t คือ เวลา

จุดกำเนิด ณ วันที่ 1 มกราคม 2567

ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Method) โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่หรือไม่

รูปที่ ข.31 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ
ของเมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา



จากรูปที่ ข.31 จะเห็นได้ว่า ความคลาดเคลื่อนกระจายอย่างไม่มีรูปแบบอยู่รอบๆศูนย์ จึง
อนุมานได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่

2. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

รูปที่ ข.32 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ
ของเมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	.061	60	.200*	.980	60	.414
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย มีจำนวนทั้งหมด 60 ค่า จึงต้องอ่านค่าจากสถิติทดสอบ
Kolmogorov-Smirnov และเมื่อพิจารณาว่า sig = 0.200* ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับ
สมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

3. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกันหรือไม่

รูปที่ ข.33 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา

Autocorrelations					
Series: Unstandardized Residual					
Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	.278	.126	4.859	1	.027
2	.257	.125	9.103	2	.011
3	.125	.124	10.122	3	.018
4	.067	.123	10.417	4	.034
5	-.062	.122	10.678	5	.058
6	-.063	.120	10.953	6	.090
7	-.030	.119	11.018	7	.138
8	-.001	.118	11.018	8	.201
9	.027	.117	11.070	9	.271
10	-.125	.116	12.229	10	.270
11	-.066	.115	12.557	11	.323
12	-.287	.114	18.938	12	.090
13	-.087	.112	19.531	13	.108
14	-.169	.111	21.833	14	.082
15	.064	.110	22.168	15	.103
16	-.007	.109	22.172	16	.138

a. The underlying process assumed is independence (white noise).
b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน

จากรูปที่ ข.33 เมื่อพิจารณาค่า sig ทุกค่า มีบางค่าที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ

สมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีการถดถอย เมื่อทำการตรวจสอบตัวแบบแล้วพบว่า ความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน สามารถกำหนดให้เป็นตัวแบบ AR(1) ได้ โดยที่ $\varepsilon_t = \phi\varepsilon_{t-1}$ จึงดำเนินการโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตัวแบบ AR(1) ได้ผลดังต่อไปนี้

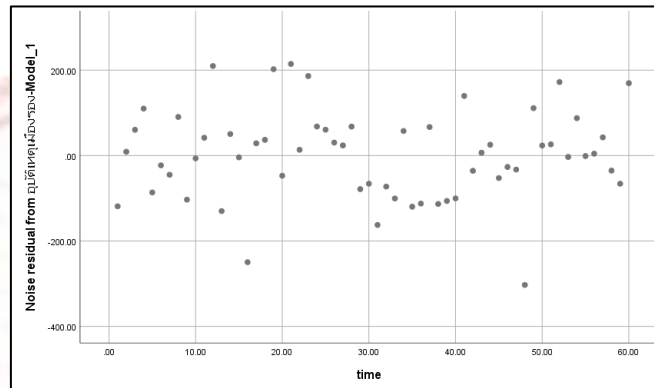
รูปที่ ข.34 การวิเคราะห์โดยใช้ตัวแบบ AR(1) ของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรอง

ARIMA Model Parameters					Estimate	SE	t	Sig.
อุบัติเหตุเมืองรอง-Model_1	อุบัติเหตุเมืองรอง	No Transformation	Constant		1341.910	70.326	19.081	.000
			AR	Lag 1	.294	.144	2.042	.047
	time	No Transformation	Numerator	Lag 0	2.648	1.258	2.104	.041
	x1	No Transformation	Numerator	Lag 0	-164.782	69.156	-2.383	.021
	x2	No Transformation	Numerator	Lag 0	-611.183	76.432	-7.996	.000
	x3	No Transformation	Numerator	Lag 0	-544.640	78.258	-6.960	.000
	x4	No Transformation	Numerator	Lag 0	73.980	78.685	.940	.352
	x5	No Transformation	Numerator	Lag 0	-630.625	78.726	-8.010	.000
	x6	No Transformation	Numerator	Lag 0	-693.321	78.656	-8.815	.000
	x7	No Transformation	Numerator	Lag 0	-585.393	78.529	-7.454	.000
	x8	No Transformation	Numerator	Lag 0	-688.081	78.267	-8.791	.000
	x9	No Transformation	Numerator	Lag 0	-652.255	77.523	-8.414	.000
	x10	No Transformation	Numerator	Lag 0	-605.928	75.054	-8.073	.000
	x11	No Transformation	Numerator	Lag 0	-638.824	66.023	-9.676	.000

หลังจากนั้นทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ AR(1) อีกครั้ง โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่หรือไม่

รูปที่ ข.35 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ
ของเมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบ AR(1)



จากรูปที่ ข.35 จะเห็นได้ว่า ความคลาดเคลื่อนกระจายอย่างไม่มีรูปแบบอยู่รอบๆ ศูนย์
จึงอนุมานได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่

2. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

รูปที่ ข.36 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ
ของเมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบ AR(1)

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Noise residual from อุบัติเหตุเมืองรอง-Model_1	.077	60	.200 [*]	.978	60	.361
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย มีจำนวนทั้งหมด 60 ค่า จึงต้องอ่านค่าจากสถิติทดสอบ
Kolmogorov-Smirnov และเมื่อพิจารณาว่า sig = 0.200* ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับ
สมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

3. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกันหรือไม่

รูปที่ ข.37 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวน

การเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบ AR(1)

Autocorrelations					
Series: Noise residual from อุบัติเหตุเมืองรอง-Model_1					
Lag	Autocorrelation	Box-Ljung Statistic			
		Std. Error ^a	Value	df	Sig. ^b
1	-.056	.126	.200	1	.655
2	.172	.125	2.107	2	.349
3	.043	.124	2.226	3	.527
4	.061	.123	2.476	4	.649
5	-.072	.122	2.829	5	.726
6	-.043	.120	2.958	6	.814
7	-.004	.119	2.958	7	.889
8	.000	.118	2.958	8	.937
9	.092	.117	3.579	9	.937
10	-.127	.116	4.781	10	.905
11	.062	.115	5.073	11	.928
12	-.282	.114	11.249	12	.508
13	.027	.112	11.306	13	.585
14	-.193	.111	14.305	14	.427
15	.130	.110	15.696	15	.403
16	-.008	.109	15.702	16	.474

a. The underlying process assumed is independence (white noise).
b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน

จากรูปที่ ข.37 เมื่อพิจารณาค่า sig ทุกค่า มีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลา ในปี พ.ศ. 2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

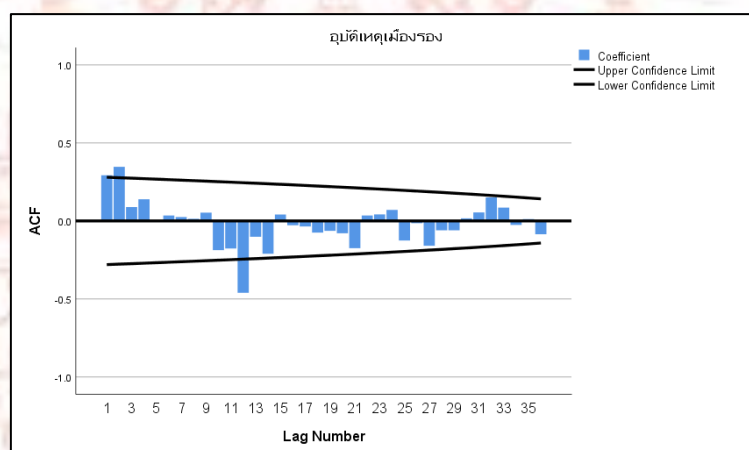
ตารางที่ ข.6 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของการพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยอนุกรมเวลาของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,382.21	16.79	0.0120
	กุมภาพันธ์	862.00	907.69	-45.69	0.0530
	มีนาคม	1,028.00	967.83	60.17	0.0585
	เมษายน	1,627.00	1,586.44	40.56	0.0249
	พฤษภาคม	924.00	883.70	40.30	0.0436
	มิถุนายน	713.00	823.42	-110.42	0.1549
	กรกฎาคม	716.00	933.93	-217.93	0.3044
	สิงหาคม	674.00	833.87	-159.87	0.2372
	กันยายน	673.00	872.34	-199.34	0.2962
	ตุลาคม	628.00	921.31	-293.31	0.4671
	พฤศจิกายน	684.00	891.06	-207.06	0.3027
	ธันวาคม	1,053.00	1,532.53	-479.53	0.4554
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					20.0823

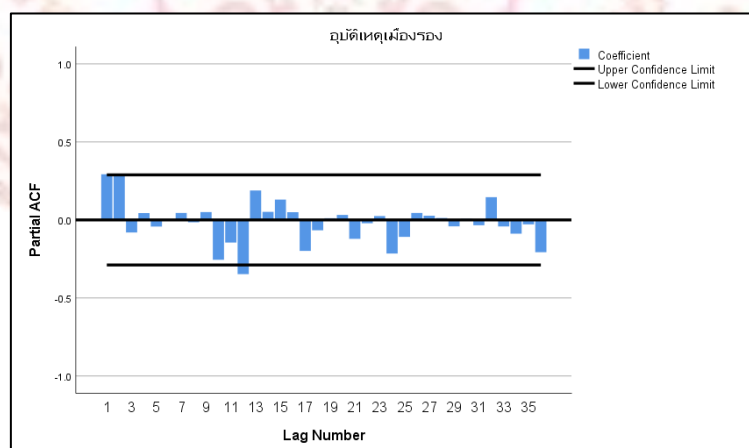
3. วิธีบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง พบว่าข้อมูลมีแนวโน้มที่ค่อนข้างคงที่ และยังคงมีการผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งบ่งชี้ว่าข้อมูลมีลักษณะไม่คงที่หรือไม่เป็นสเตชันนารี จึงดำเนินการหาผลต่างตามฤดูกาล (D) เพื่อลดผลกระทบของฤดูกาลเพียงอย่างเดียว เพื่อให้อนุกรมเวลากลายเป็นสเตชันนารี โดยการกำหนดตัวแบบ เมื่อ $d = 0$ และ $D = 1$ จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

รูปที่ ข.38 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง



รูปที่ ข.39 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF) ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง



รูปที่ ข.39 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF) ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

จากกราฟ ACF และ PACF ได้ตัวแบบที่เหมาะสม คือ $ARIMA(1,0,0)(1,1,0)_{12}$

ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ได้ผลดังนี้

รูปที่ ข.40 แสดงการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์จากการเลือกตัวแบบ ARIMA ของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ARIMA Model Parameters					Estimate	SE	t	Sig.
อุบัติเหตุเมืองรอง-Model_1	อุบัติเหตุเมืองรอง	No Transformation	AR	Lag 1	.424	.149	2.840	.007
			AR, Seasonal	Lag 1	-.642	.124	-5.188	.000
			Seasonal Difference		1			

ดังนั้น ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) คือ

$$(1 - B^{12})(1 - \phi_1 B)(1 - \phi_{12} B^{12})Y_t = \varepsilon_t \quad (48)$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์รูปแบบของ $ARIMA(1,0,0)(1,1,0)_{12}$ จะได้ค่าประมาณของ

$$\hat{\theta}_0 = 0, \hat{\phi}_1 = 0.424 \text{ และ } \hat{\phi}_{12} = -0.642$$

ดังนั้น ตัวแบบการพยากรณ์ คือ

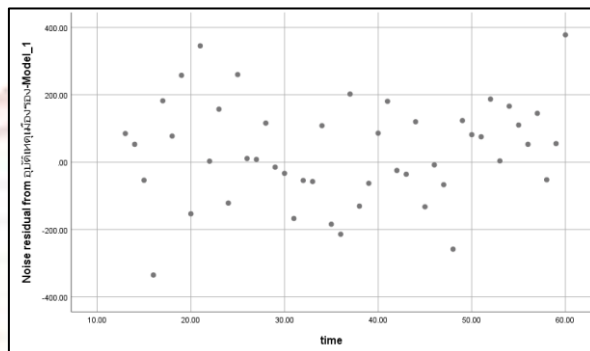
$$\hat{Y}_t = 0.424Y_{t-1} + Y_{t-12} - 0.642Y_{t-12} - 0.424Y_{t-13} + 0.642Y_{t-24} + 0.272Y_{t-23} - 0.272Y_{t-25} + \varepsilon_t \quad (49)$$

ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

โดยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่หรือไม่

รูปที่ ข.41 กราฟการกระจายความคลาดเคลื่อนกับเวลาของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบของบ็อกซ์-เจนกินส์



จากรูปที่ ข.41 จะเห็นได้ว่า ความคลาดเคลื่อนกระจายอย่างไม่มีรูปแบบอยู่รอบๆ ศูนย์ จึงอนุมานได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่

2. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

รูปที่ ข.42 การตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบของบ็อกซ์-เจนกินส์

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Noise residual fromอุบัติเหตุเมืองรอง-Model_1	.070	48	.200*	.993	48	.994
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย มีจำนวนทั้งหมด 60 ค่า จึงต้องอ่านค่าจากสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov และเมื่อพิจารณาว่า sig = 0.200* ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

3. ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกันหรือไม่

รูปที่ ข.43 การวิเคราะห์การตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ Autocorrelations ของจำนวน
การเกิดอุบัติเหตุของเมืองท่องเที่ยวรองของตัวแบบของบ็อกซ์-เจนกินส์

Autocorrelations					
Series: Noise residual from สมมติเหตุเมืองรอง-Model_1					
Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic Value	df	Sig. ^b
1	-.153	.140	1.191	1	.275
2	.114	.138	1.866	2	.393
3	.018	.137	1.884	3	.597
4	.181	.135	3.661	4	.454
5	-.101	.134	4.229	5	.517
6	.002	.132	4.229	6	.646
7	-.040	.131	4.324	7	.742
8	.041	.129	4.425	8	.817
9	-.022	.127	4.456	9	.879
10	-.060	.126	4.684	10	.911
11	-.008	.124	4.688	11	.945
12	-.040	.122	4.796	12	.964
13	-.035	.121	4.882	13	.978
14	-.121	.119	5.919	14	.968
15	.041	.117	6.040	15	.979
16	.126	.115	7.230	16	.969

a. The underlying process assumed is independence (white noise).
b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน

จากรูปที่ ข.43 เมื่อพิจารณาค่า sig ทุกค่า มีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง โดยวิธีการบอกรี-เจนกินส์ ในปี พ.ศ. 2567 โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ และ MAPE ดังนี้

ตารางที่ ข.7 ค่าพยากรณ์ และ MAPE ของวิธีการพยากรณ์แบบบอกรี-เจนกินส์ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_t$	e_t	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,481.19	-82.19	0.0587
	กุมภาพันธ์	862.00	858.15	3.85	0.0045
	มีนาคม	1,028.00	867.16	160.84	0.1565
	เมษายน	1,627.00	1,521.30	105.70	0.0650
	พฤษภาคม	924.00	917.88	6.12	0.0066
	มิถุนายน	713.00	805.86	-92.86	0.1302
	กรกฎาคม	716.00	896.06	-180.06	0.2515
	สิงหาคม	674.00	803.87	-129.87	0.1927
	กันยายน	673.00	808.21	-135.21	0.2009
	ตุลาคม	628.00	835.98	-207.98	0.3312
	พฤศจิกายน	684.00	784.46	-100.46	0.1469
	ธันวาคม	1,053.00	1,330.58	-277.58	0.2636
$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t} \times 100$					15.0686

4. วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย

ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย จะทำการเลือกตัวแปรโดยวิธี Stepwise ซึ่งมีตัวแบบการคำนวณ ดังนี้

$$CF_{it} = \beta_0 + \sum_{t=1}^n \beta_i \hat{Y}_{it} + \varepsilon_t \quad (53)$$

โดยที่ $\hat{Y}_{jt}$ คือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่ i ณ คาบเวลาที่ t

i คือ วิธีการพยากรณ์ที่ i ; $i = 1, 2, \dots, m$

t คือ คาบเวลา ; $t = 1, 2, \dots, n$

ทำการคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS โดยกำหนดให้ค่าจริง (Y_t) เป็นตัวแปรตาม และค่าพยากรณ์เดี่ยวเป็นตัวแปรอิสระ ได้ผลลัพธ์ดังนี้

รูปที่ ข.44 การประมวลผลโดยใช้โปรแกรม SPSS ด้วยวิธีการถดถอยของข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

Coefficients ^{a,b}					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	Y_box	.930	.037	.992	.000
a. Dependent Variable: Y					
b. Linear Regression through the Origin					

- สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \beta_{expo} = 0$$

$$H_1 : \beta_{expo} \neq 0$$

เมื่อพิจารณาค่า sig = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า $\beta_{box} \neq 0$ แสดงว่า ค่าพยากรณ์เดี่ยวโดยวิธี Exponential Smoothing ส่งผลต่อค่าจริง (Y_t) ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ดังนั้น จะได้ตัวแบบพยากรณ์ร่วม คือ

$$CF_{it} = 0.930\hat{Y}_{3t} \quad (54)$$

เมื่อกำหนดให้ $\hat{Y}_{3t}$ แทน ค่าพยากรณ์ของวิธีที่ 3 Box-Jenkins Method

ผลลัพธ์แสดงวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรองในปี พ.ศ. 2567 และค่า MAPE

ตารางที่ ข.8 ค่าพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ของชุดข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวรอง

ปี พ.ศ.	เดือน	Y_t	$\hat{Y}_{1t}$	$\hat{Y}_{2t}$	$\hat{Y}_{3t}$	$C\hat{F}_{RE}$	APE
2567	มกราคม	1,399.00	1,409.98	1,382.21	1,481.19	1,377.84	0.1288
	กุมภาพันธ์	862.00	904.49	907.69	858.15	798.27	0.0715
	มีนาคม	1,028.00	986.72	967.83	867.16	806.66	0.1698
	เมษายน	1,627.00	1,679.88	1,586.44	1,521.30	1,415.15	0.1402
	พฤษภาคม	924.00	868.76	883.70	917.88	853.84	0.1567
	มิถุนายน	713.00	795.12	823.42	805.86	749.63	0.0183
	กรกฎาคม	716.00	922.79	933.93	896.06	833.54	0.1502
	สิงหาคม	674.00	821.62	833.87	803.87	747.78	0.0909
	กันยายน	673.00	856.63	872.34	808.21	751.82	0.1429
	ตุลาคม	628.00	922.95	921.31	835.98	777.65	0.2936
	พฤศจิกายน	684.00	904.91	891.06	784.46	729.73	0.1487
	ธันวาคม	1,053.00	1,649.69	1,532.53	1,330.58	1,237.74	0.2833
	MAPE		20.3728	20.0823	15.0686		11.944

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวกันมารลินด์ เจริญศาสตร์
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การพยากรณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของเมืองท่องเที่ยวหลัก และเมืองท่องเที่ยวรองในประเทศไทย
สาขาวิชา	สถิติประยุกต์และวิทยาการวิเคราะห์ข้อมูล คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประวัติ	เกิดเมื่อวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2538
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556 – 2560 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์เชิงวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2560 – 2566 Data Analytic , Automation and Data Intelligence บริษัท โฮม โปรดักส์ จำกัด (มหาชน)
พ.ศ. 2567 – ปัจจุบัน	Automation and Data Intelligence บริษัท ทเวนตีไฟร์ ซ้อปปิง จำกัด บริษัทในกลุ่มธุรกิจ ซีพี ออลล์