

การพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ส  
เพื่อการวางแผนสินค้าคงคลัง: กรณีศึกษาศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา  
Forecasting Engine Oil Change Demand using Holt-Winters for Inventory  
Planning: A Case Study of a Truck Service Center in Songkhla

รภัทพร ภูชิตตราสิน<sup>1</sup> ธนะรัตน์ รัตนกุล<sup>2\*</sup> กนต์ธมน สุขกระจ่าง<sup>2</sup> ฉัตรชัย แก้วดี<sup>3</sup> วีรพล ปานศรีนวล<sup>3</sup>  
วีระยุทธ สุตสมบุญ<sup>3</sup> และ พงศ์เทพ วีระพงศ์<sup>4</sup>  
Rapatporn Phuchittrasin<sup>1</sup>, Tanarat Rattanakool<sup>2\*</sup>, Kantamon Sukkrajang<sup>2</sup>,  
Chatchai Kaewdee<sup>3</sup>, Weeraphol Pansrinual<sup>3</sup>, Weerayute Sudsomboon<sup>3</sup>  
and Pongtep Weerapong<sup>4</sup>

<sup>1</sup> SFS Clinic อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

<sup>2</sup> คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

<sup>3</sup> หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

<sup>4</sup> หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

\* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: tanarat.ra@skru.ac.th

วันที่รับบทความ: 29 พฤศจิกายน 2567; วันที่ทบทวนบทความ: 13 ธันวาคม 2567; วันที่ตอบรับบทความ: 21 ธันวาคม 2567

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 30 ธันวาคม 2567

**บทคัดย่อ:** การพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ส กรณีศึกษาศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยใช้ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ส และแนวโน้มเชิงเส้น ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายเดือนจากศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล 36 เดือน งานวิจัยนี้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์อนุกรมเวลา ได้แก่ แนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด ตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ และตัวแบบวินเทอร์สแบบบวก เพื่อค้นหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวางแผนความต้องการบริการในอนาคต โดยพิจารณาประสิทธิภาพของแบบจำลองจากค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE), ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบวินเทอร์สแบบบวกให้ผลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูงสุด โดยมีค่า MAPE ต่ำสุดที่ 7.45% ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % (5.27 - 9.64) และมี p-value 0.159 ระหว่างแบบจำลอง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถของแบบจำลองในการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องได้อย่างแม่นยำ ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการสต็อกน้ำมันเครื่อง และการจัดสรรทรัพยากรของศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการปรับปรุงการให้บริการและลดต้นทุนการดำเนินงานด้านสินค้าคงคลังได้ต่อไป

**คำสำคัญ:** การทำนายความต้องการ, น้ำมันเครื่อง, รถบรรทุก

**Abstract:** The forecasting demand for oil changes using holt-winters models: a case study of a truck service center in Songkhla province aims to develop a forecasting model for oil change demand for large trucks using Holt-Winters and linear trend models. The study uses monthly data from a truck service center in Songkhla Province from January 2019 to December 2021, comprising 36 months of data. This research compares the performance of several time series forecasting models, including Holt's Linear Trend, Brown's Linear Trend, Damped Linear Trend, Winter's Multiplicative, and Winter's Additive, to determine the most suitable method for future service demand planning. Model performance was evaluated using Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Absolute Error (MAE), and Mean Squared Error (MSE). The Winter's Additive model yielded the most accurate forecasts, exhibiting the lowest MAPE of 7.45% (95% Confidence Interval: 5.27 - 9.64) with a p-value of 0.159 between models. This highlights the model's ability to accurately forecast engine oil change demand. The findings are applicable to improving inventory management, resource allocation, service provision, and reducing inventory costs at the Songkhla truck service center.

**Key words:** Demand Prediction, Engine Oil, Trucks

## 1. บทนำ

ในยุคที่อุตสาหกรรมขนส่งและการบริการรถบรรทุกมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ความต้องการในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในจังหวัดสงขลาที่เป็นศูนย์กลางการขนส่งสำคัญ การพยากรณ์ความต้องการในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องจึงมีความสำคัญต่อการวางแผนและการจัดการทรัพยากรในศูนย์บริการรถบรรทุก การใช้ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ส (Holt-Winters) เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ความต้องการนั้นมีข้อดีหลายประการ โดยเฉพาะในด้านการจัดการกับข้อมูลที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและฤดูกาล ตัวแบบนี้สามารถช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถคาดการณ์ความต้องการในอนาคตได้อย่างแม่นยำ ซึ่งจะส่งผลให้การจัดการสต็อกน้ำมันเครื่องมีประสิทธิภาพมากขึ้น [1], [2] ในประเทศไทย รถบรรทุกมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจ โดยในปี 2560 (2017) ประเทศไทยมีรถบรรทุกประมาณ 1.5 ล้านคัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเติบโตของตลาดรถบรรทุกในประเทศ [3] นอกจากนี้ การขนส่งด้วยรถบรรทุกยังมีสัดส่วนสูงถึง 70% ของการขนส่งสินค้าทั้งหมดในประเทศ [4]

ข้อได้เปรียบของตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์สเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเอ็กโปเนนเชียลอย่างง่าย [5] ได้แก่ การจัดการกับแนวโน้มและฤดูกาล: ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์สสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีแนวโน้มและฤดูกาลได้ดีกว่าการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเอ็กโปเนนเชียลอย่างง่าย ซึ่งมักจะไม่สามารถจับความเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6] ความแม่นยำในการพยากรณ์ การศึกษาแสดงให้เห็นว่าตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์สมีความแม่นยำสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเอ็กโปเนนเชียลอย่างง่าย โดยเฉพาะในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะเป็นฤดูกาลหรือมีแนวโน้มชัดเจน [7] การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์สสามารถปรับตัวได้ดีต่อการเปลี่ยนแปลงในข้อมูล ซึ่งช่วยให้การพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในแนวโน้มของข้อมูล [6] การศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้นของความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องในศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา โดยจะใช้ข้อมูลจากการดำเนินงานจริงในพื้นที่ [5] เพื่อสร้างแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้ใน

การพยากรณ์ความต้องการในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพยากรณ์ที่แม่นยำจะช่วยให้ศูนย์บริการสามารถเตรียมความพร้อมในการให้บริการและตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น [8] การประยุกต์ใช้ตัวแบบโฮสต์-วินเทอร์สในหลายสาขาได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพ เช่น การพยากรณ์การจราจรในเมือง ซึ่งใช้วิธีการโฮสต์-วินเทอร์สเพื่อคาดการณ์การไหลของรถยนต์ในช่วงเวลาต่าง ๆ [9] นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรม ซึ่งใช้ตัวแบบโฮสต์-วินเทอร์ส ในการคาดการณ์การใช้พลังงานในช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อช่วยในการวางแผนการผลิต [10] อีกทั้งยังมีการนำโฮสต์-วินเทอร์สไปใช้ในการพยากรณ์ความต้องการห้องพักในโรงแรม ซึ่งช่วยให้ผู้บริหารสามารถจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ [11] ด้วยเหตุนี้ การศึกษาในหัวข้อนี้จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา และสามารถนำไปสู่การปรับปรุงกระบวนการทำงานและการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการได้อย่างยั่งยืน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยตัวแบบโฮสต์-วินเทอร์ส เพื่อช่วยให้ศูนย์บริการสามารถจัดการสต็อกน้ำมันเครื่องให้เหมาะสม และลดต้นทุนการเก็บรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 พัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยใช้ตัวแบบโฮสต์-วินเทอร์ส

2.2 ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อค้นหาแบบจำลองที่ให้ความแม่นยำสูงสุดสำหรับการประยุกต์ใช้ในศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา

## 3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 **พื้นที่ศึกษา** ได้แก่ ศูนย์บริการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกขนาดใหญ่จำนวนมาก

3.2 **ข้อมูล** ข้อมูลรายเดือนเกี่ยวกับการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 (36 เดือน)

3.3 **แบบจำลองการพยากรณ์** ใช้ตัวแบบโฮสต์-วินเทอร์ส ประกอบด้วย แนวโน้มเชิงเส้นของโฮสต์ แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลาด ตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ และตัวแบบวินเทอร์สแบบบวก

3.4 **การประเมินประสิทธิภาพ** โดยใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE).

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

การนำตัวแบบโฮสต์-วินเทอร์สและแนวโน้มเชิงเส้นมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรถบรรทุก มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

4.1 **การเก็บรวบรวมข้อมูล** รวบรวมข้อมูลรายเดือนเกี่ยวกับการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ (6 ล้อ 10 ล้อ รถหัวลาก รถ NGV และหางพ่วง ทั้งใหม่และมีมือสอง) จากระบบฐานข้อมูลของศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 (3 ปี) มีการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูล และจัดการข้อมูลสูญหายด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean Imputation) [12] หากพบการสูญหายของข้อมูล

4.2 **การนำเสนอภาพรวมอนุกรมเวลา** ด้วยการสร้างกราฟอนุกรมเวลาจากข้อมูลรายเดือนการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2564 เพื่อวิเคราะห์แนวโน้ม ความเป็นฤดูกาล และความผันผวนของความต้องการ ด้วยการทดสอบ Stationarity ของ

ข้อมูลด้วย ADF Test (Augmented Dickey-Fuller Test) [13]

**4.3 การพยากรณ์** การพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ส โดยใช้ไลบรารี Stats models ในภาษา Python [14] โดยใช้ฟังก์ชัน การปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) พร้อมพารามิเตอร์เริ่มต้นของไลบรารี ซึ่งมีฟังก์ชันที่สามารถเลือกพารามิเตอร์เริ่มต้นโดยอัตโนมัติ (Automatic initialization) ตามลักษณะของข้อมูลสำหรับแต่ละแบบจำลองย่อยทั้ง 5 แบบ ได้แก่ แนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด ตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ และตัวแบบวินเทอร์สแบบบวก ดังนี้

4.3.1 แนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ (Holt's Linear Trend Model) มีสมการและตัวแปร ดังนี้ [15]

ระดับ (Level):

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \dots (1)$$

แนวโน้ม (Trend):

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots (2)$$

การพยากรณ์ (Forecast):

$$\widehat{Y}_{t+h} = L_t + hT_t \dots (3)$$

4.3.2 แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ (Brown's Linear Trend Model) มีสมการและตัวแปร ดังนี้

ระดับ (Level):

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)L_{t-1} \dots (4)$$

การพยากรณ์ (Forecast):

$$\widehat{Y}_{t+h} = L_t \dots (5)$$

4.3.3 แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด (Damped Trend Model) มีสมการและตัวแปร ดังนี้ [16]

ระดับ (Level):

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + \phi T_{t-1}) \dots (6)$$

แนวโน้ม (Trend):

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)\phi T_{t-1} \dots (7)$$

การพยากรณ์ (Forecast):

$$\widehat{Y}_{t+h} = L_t + \phi^h T_t \dots (8)$$

4.3.4 ตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ (Winters multiplicative model) มีสมการและตัวแปร ดังนี้ [17]

ระดับ (Level):

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-m}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \dots (9)$$

แนวโน้ม (Trend):

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots (10)$$

ฤดูกาล (Seasonality) :

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-m} \dots (11)$$

การพยากรณ์ (Forecast):

$$\widehat{Y}_{t+h} = (L_t + hT_t)S_{t+m} \dots (12)$$

4.3.5 ตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ (Winters additive model) มีสมการและตัวแปร ดังนี้ [18]

ระดับ (Level):

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \dots (13)$$

แนวโน้ม (Trend):

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots (14)$$

ฤดูกาล (Seasonality) :

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-m} \dots (15)$$

การพยากรณ์ (Forecast):

$$\widehat{Y}_{t+h} = L_t + hT_t + S_{t+m} \dots (16)$$

|       |                      |   |
|-------|----------------------|---|
| เมื่อ | $Y_t$                | คือ ค่าที่สังเกตได้ในช่วงเวลา $t$                 |
|       | $L_t$                | คือ ระดับในช่วงเวลา $t$                           |
|       | $T_t$                | คือ แนวโน้มในช่วงเวลา $t$                         |
|       | $\phi$               | คือ ค่าลดที่อยู่ระหว่าง 0 และ 1                   |
|       | $\gamma$             | คือ ค่าน้ำหนักฤดูกาลระหว่าง 0 ถึง 1               |
|       | $S_t$                | คือ ค่าฤดูกาลในช่วงเวลาปัจจุบัน                   |
|       | $S_{t-m}$            | คือ ค่าฤดูกาลในช่วงเวลาก่อนหน้า                   |
|       | $\alpha$ และ $\beta$ | คือ ค่าคงที่ที่กำหนดน้ำหนักให้กับระดับ และแนวโน้ม |

4.4 การประเมินประสิทธิภาพ ประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์โดยใช้ค่า MAPE, MAE และ MSE ดังนี้ ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) [19]

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \times 100 \dots \dots \dots (17)$$

ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) [20]

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - F_t| \dots \dots \dots (18)$$

ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error: MSE) [21]

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2 \dots \dots \dots (19)$$

เมื่อ

$n$  คือ จำนวนของการสังเกตหรือข้อมูล

$Y_t$  คือ ค่าจริงของตัวแปรเป้าหมาย ในช่วงเวลาที่  $t$

$F_t$  คือ ค่าที่ทำนายของตัวแปรเป้าหมาย ในช่วงเวลาที่  $t$

5. ผลการวิจัย

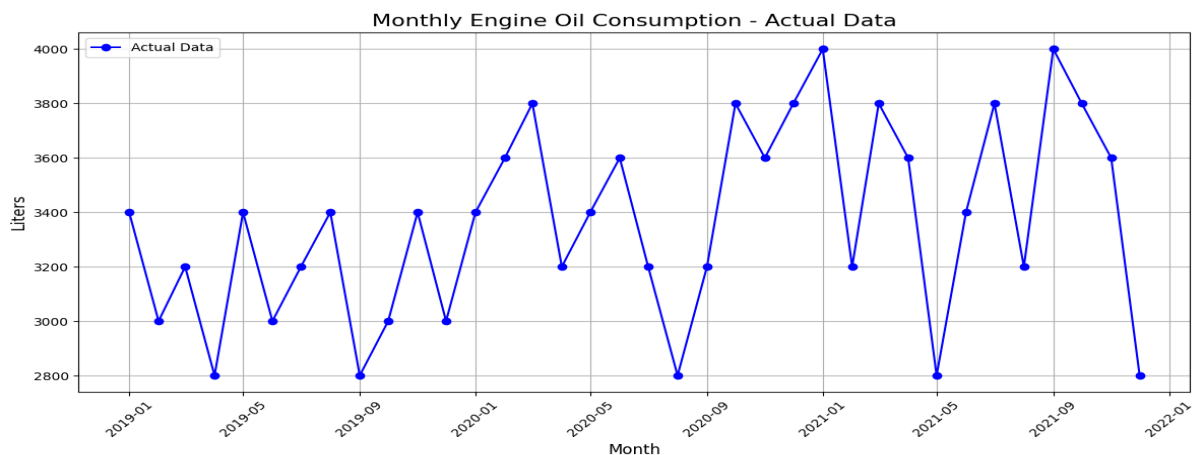
ผลการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ส เพื่อการวางแผนสินค้าคงคลังและการจัดการต้นทุน: กรณีศึกษา ศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา

5.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอการผ่านการ

สร้างกราฟแบบอนุกรมเวลา (Times series plot) ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการปริมาณน้ำเครื่องระหว่าง พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2564 [5]

| เดือน    | ลิตร  | เดือน    | ลิตร  | เดือน    | ลิตร  |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| ม.ค.-62  | 3,400 | ม.ค.-63  | 3,400 | ม.ค.-64  | 4,000 |
| ก.พ.-62  | 3,000 | ก.พ.-63  | 3,600 | ก.พ.-64  | 3,200 |
| มี.ค.-62 | 3,200 | มี.ค.-63 | 3,800 | มี.ค.-64 | 3,800 |
| เม.ย.-62 | 2,800 | เม.ย.-63 | 3,200 | เม.ย.-64 | 3,600 |
| พ.ค.-62  | 3,400 | พ.ค.-63  | 3,400 | พ.ค.-64  | 2,800 |
| มิ.ย.-62 | 3,000 | มิ.ย.-63 | 3,600 | มิ.ย.-64 | 3,400 |
| ก.ค.-62  | 3,200 | ก.ค.-63  | 3,200 | ก.ค.-64  | 3,800 |
| ส.ค.-62  | 3,400 | ส.ค.-63  | 2,800 | ส.ค.-64  | 3,200 |
| ก.ย.-62  | 2,800 | ก.ย.-63  | 3,200 | ก.ย.-64  | 4,000 |
| ต.ค.-62  | 3,000 | ต.ค.-63  | 3,800 | ต.ค.-64  | 3,800 |
| พ.ย.-62  | 3,400 | พ.ย.-63  | 3,600 | พ.ย.-64  | 3,600 |
| ธ.ค.-62  | 3,000 | ธ.ค.-63  | 3,800 | ธ.ค.-64  | 2,800 |



ภาพที่ 1 ปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรถบรรทุกขนาดใหญ่ (มกราคม 2562 - ธันวาคม 2564)

จากตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1 แสดงปริมาณการใช้ น้ำมันเครื่องรถบรรทุกขนาดใหญ่รายเดือน ณ

ศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564

ข้อมูลนี้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง ซึ่งพบว่า ผลการทดสอบ Stationarity ของข้อมูลด้วย ADF Test (Augmented Dickey-Fuller Test) ข้อมูลการปริมาณน้ำเครื่องระหว่าง พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2564 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบ stationary

| สถิติทดสอบ | ค่า p-value | Critical Values (1%) | Critical Values (5%) | Critical Values (10%) |
|------------|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| ADF        | 0.3861      | -3.7112              | -2.9812              | -2.6301               |

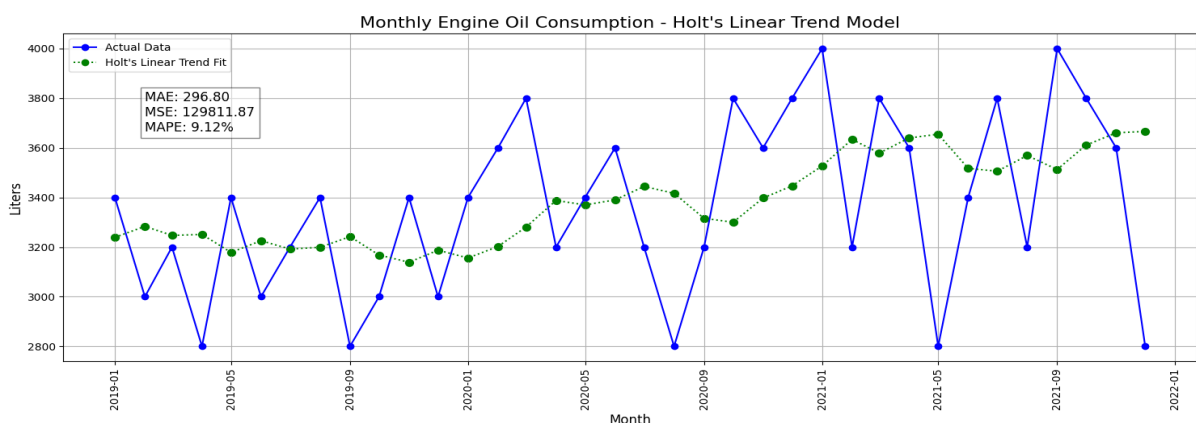
จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบ stationary พบว่ามีค่า p-value (0.386) มากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) และค่าสถิติทดสอบ ADF (-1.789) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตทุกระดับ จึงสรุปได้ว่าข้อมูลของปริมาณน้ำเครื่องระหว่าง พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2564 มีความไม่นิ่ง (Non-stationary) ซึ่งหมายความว่าข้อมูลมีแนวโน้ม ฤดูกาล หรือความแปรปรวนที่ไม่คงที่ตามเวลา0และทำการวิเคราะห์ผล Residual Diagnostics ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ผลการทดสอบ Residual Diagnostics

| การทดสอบ                | ค่า             | p-value |
|-------------------------|-----------------|---------|
| Ljung-Box Test (lag=10) | lb_stat = 12.44 | 0.257   |
| Shapiro-Wilk Test       | W = 0.939       | 0.048   |

จากตารางที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 พบว่าค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์เชิงเวลา (Residuals เป็น White Noise) ตามผล Ljung-Box Test (p-value=0.257) ผล Shapiro-Wilk Test (p-value=0.048) ซึ่งว่าข้อมูลไม่กระจายตัวแบบปกติ แต่ไม่มีผลกระทบต่อพยากรณ์ สอดคล้องกับผล Stationarity Test (p-value=0.386) ที่บ่งชี้ว่าข้อมูลไม่เป็น Stationary ซึ่งสามารถนำไปพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง Holt-Winter's ได้โดยตรง ดังนั้นการใช้แบบจำลอง Holt-Winters จึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้พยากรณ์ข้อมูล เมื่อพิจารณาจากกราฟจะเห็นว่าปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา โดยมีการผันผวนอย่างเห็นได้ชัดในบางเดือน เช่น เดือนมกราคมของทุกปีที่ปริมาณการใช้น้ำมันลดลง และเดือนเมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2563 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2564 ที่ปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องสูงกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ ซึ่งบ่งชี้ถึงความจำเป็นในการใช้แบบจำลองที่สามารถพิจารณาแนวโน้มและความผันผวนของข้อมูล

5.2 ผลการทำนาย แสดงผลการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลอง Holt-Winters ประกอบด้วย แนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลดตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ และตัวแบบวินเทอร์สแบบบวก ดังภาพที่ 2 ถึง 6

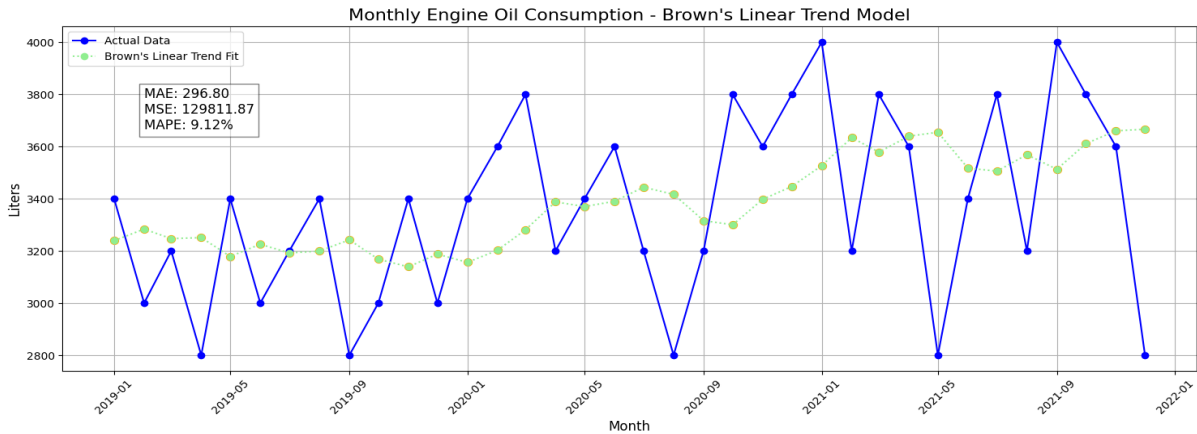


ภาพที่ 2 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์



จากภาพที่ 2 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ (Holt's linear trend model) เทียบกับข้อมูลจริง แบบจำลองนี้เหมาะกับข้อมูลที่มีแนวโน้มเชิงเส้น แต่ไม่คำนึงถึงองค์ประกอบฤดูกาล จากภาพ

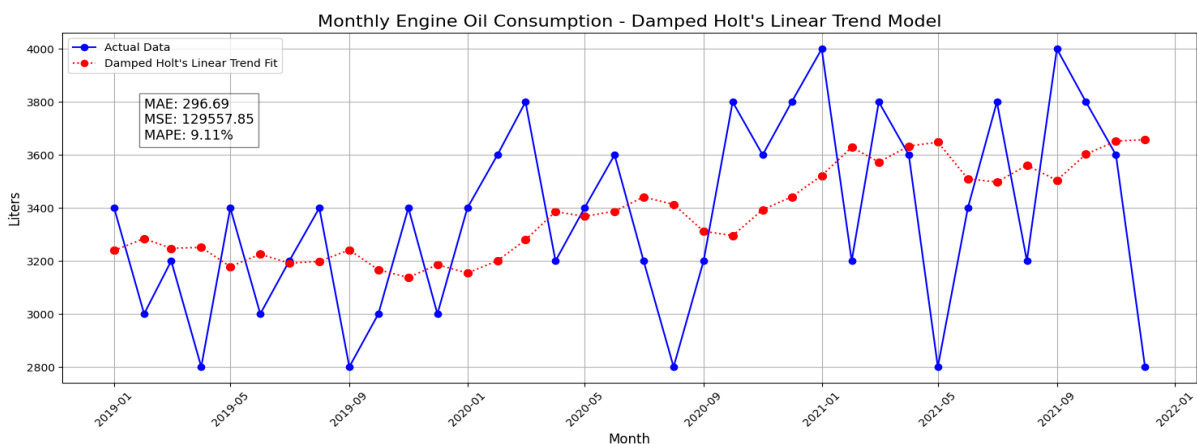
จะเห็นได้ว่าแบบจำลองสามารถจับแนวโน้มโดยรวมของข้อมูลได้ แต่ยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง โดยเฉพาะในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น ช่วงกลางปี พ.ศ. 2563 และต้นปี พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นช่วงที่มีความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องเพิ่มขึ้นสูงกว่าปกติ



ภาพที่ 3 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์

จากภาพที่ 3 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ (Brown's linear trend model) เทียบกับข้อมูลจริง เช่นเดียวกับแบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ แบบจำลองนี้เหมาะกับข้อมูลที่มีแนวโน้มเชิงเส้น

แต่ไม่คำนึงถึงองค์ประกอบฤดูกาล จากภาพจะเห็นได้ว่าแบบจำลองสามารถจับแนวโน้มโดยรวมของข้อมูลได้เช่นกัน แต่มีความคลาดเคลื่อนมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น ช่วงกลางปี พ.ศ. 2563 และต้นปี พ.ศ. 2564



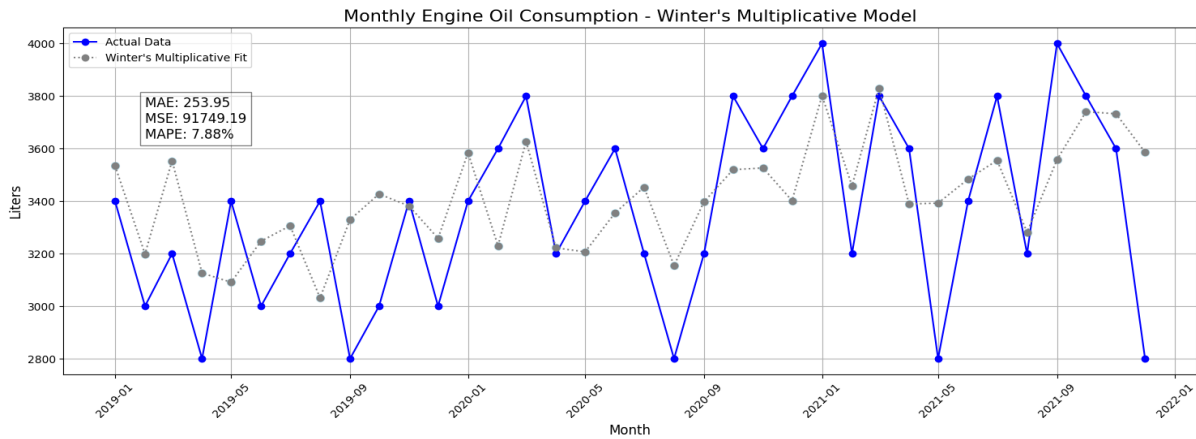
ภาพที่ 4 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด

จากภาพที่ 4 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด (Damped linear trend model)

เทียบกับข้อมูลจริง แบบจำลองนี้คล้ายกับแบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์และบราวน์ แต่มีการลดน้ำหนักของแนวโน้มลงเมื่อเวลาผ่านไป ทำให้การ

ทำนายในระยะยาวมีความเสถียรมากขึ้น จากภาพจะเห็นได้ว่าแบบจำลองนี้มีความคล้ายคลึงกับแบบจำลองก่อนหน้า สามารถจับแนวโน้มโดยรวมของข้อมูลได้ และ

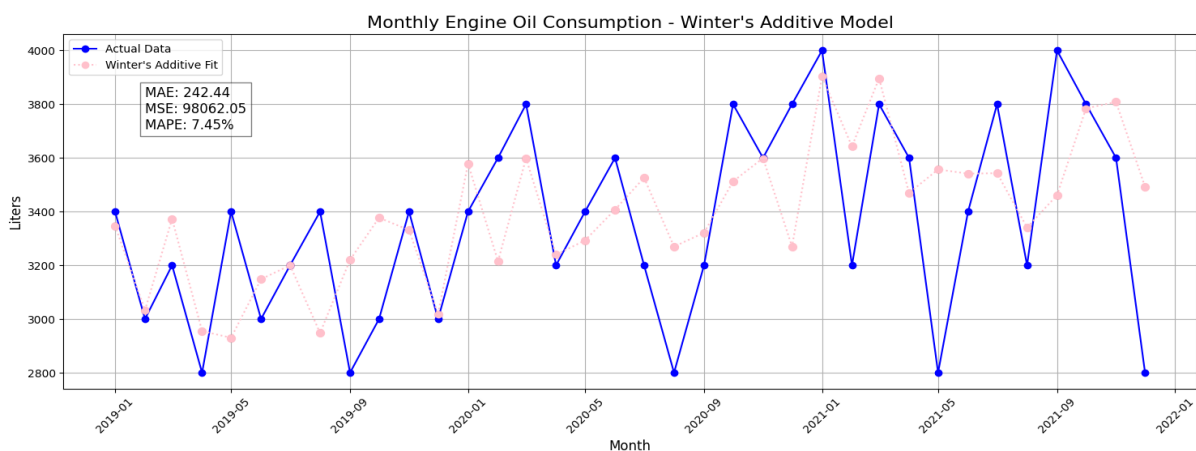
มีความคลาดเคลื่อนในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเช่น ช่วงกลางปี พ.ศ. 2563 และต้นปี พ.ศ. 2564



ภาพที่ 5 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลองวินเทอร์สแบบคูณ

จากภาพที่ 5 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนโดยใช้แบบจำลองวินเทอร์สแบบคูณ (Winter's multiplicative model) เทียบกับข้อมูลจริง แบบจำลองนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล โดยองค์ประกอบฤดูกาลจะถูกนำมาพิจารณาในรูปแบบการคูณ จากภาพจะเห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถจับรูปแบบความต้องการที่ขึ้นลงตามฤดูกาลได้ดีในระดับหนึ่ง สังเกตได้จากเส้นทำนาย (สีเทา) ที่มีลักษณะขึ้นลงสอดคล้องกับข้อมูลจริง

(สีน้ำเงิน) และยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ โดยเฉพาะในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของความต้องการที่รวดเร็ว เช่น ช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2563 และช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 - มกราคม พ.ศ. 2564 อย่างไรก็ตาม ยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ได้รวมอยู่ในแบบจำลองหรือความไม่สมบูรณ์ของแบบจำลองในการจับรูปแบบความต้องการที่ซับซ้อน



ภาพที่ 6 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก



จากภาพที่ 6 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนโดยใช้แบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก (Winter's additive model) เทียบกับข้อมูลจริง แบบจำลองนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล โดยองค์ประกอบฤดูกาลจะถูกนำมาพิจารณาในรูปแบบการบวก จากภาพจะเห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถจับรูปแบบความต้องการที่ขึ้นลงตามฤดูกาลได้ดีใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมาก เส้นกราฟทำนายมีแนวโน้มและรูปแบบการขึ้นลงใกล้เคียงกับเส้นกราฟข้อมูลจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถทำนายจุดสูงสุดของความ ต้องการได้ค่อนข้างแม่นยำในหลาย ๆ จุด แม้ในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของความต้องการที่รวดเร็ว เช่น ช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2563 และช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 - มกราคม พ.ศ. 2564 ก็ตาม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกมีความสามารถในการทำนายที่แม่นยำสูงสำหรับชุดข้อมูลนี้ และการพิจารณาองค์ประกอบฤดูกาลในรูปแบบการบวกเหมาะสมกับข้อมูลนี้

**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบ MAE, MSE และ MAPE ของแบบจำลองต่าง ๆ

| แบบจำลอง          | MAE    | MSE        | MAPE (%) |
|-------------------|--------|------------|----------|
| แนวโน้มของโฮลท์   | 296.80 | 129,811.87 | 9.12     |
| แนวโน้มของบราวน์  | 373.42 | 204,876.67 | 11.39    |
| แนวโน้มแบบมีค่าลด | 296.69 | 129,557.85 | 9.11     |
| วินเทอร์สแบบคูณ   | 253.95 | 91,749.19  | 7.88     |
| วินเทอร์สแบบบวก   | 242.44 | 98,062.05  | 7.45     |

จากตารางที่ 2 ตารางนี้แสดงค่า MAE, MSE และ MAPE ของแบบจำลองการพยากรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ แนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด วินเทอร์สแบบคูณ และ วินเทอร์สแบบบวก จากผลลัพธ์พบว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกให้ค่า MAE, MSE และ MAPE ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่น ๆ โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของค่า MAPE แสดงดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

| Source         | Sum of Squares | df  | Mean Square | F    | Sig.  |
|----------------|----------------|-----|-------------|------|-------|
| Between Groups | 337.31         | 4   | 84.33       | 1.67 | 0.159 |
| Within Groups  | 8836.80        | 175 | 50.50       |      |       |
| Total          | 9174.11        | 179 |             |      |       |

จากตารางที่ 3 พบว่าค่า F เท่ากับ 1.67 และค่า P-value เท่ากับ 0.159 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างค่า MAPE เฉลี่ยของทั้ง 5 แบบจำลอง นั่นหมายความว่าแบบจำลองทั้งหมดมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน และจากการวิเคราะห์วิเคราะห์ความไวของแต่ละแบบจำลอง (Sensitivity analysis) ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และ ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval ของค่า MAPE) [22] เพื่อเปรียบเทียบการกระจายตัวของความผิดพลาดในแต่ละแบบจำลองดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** การวิเคราะห์ความไว (sensitivity analysis) ค่า MAPE ของแต่ละแบบจำลอง

| แบบจำลอง          | MAPE (%) | S.D. | ช่วงความเชื่อมั่น 95 % |
|-------------------|----------|------|------------------------|
| แนวโน้มของโฮลท์   | 9.12     | 7.16 | 6.78 -11.46            |
| แนวโน้มของบราวน์  | 11.39    | 8.44 | 8.63 -14.15            |
| แนวโน้มแบบมีค่าลด | 9.11     | 7.12 | 6.79 -11.44            |
| วินเทอร์สแบบคูณ   | 7.88     | 5.88 | 5.96 -9.80             |
| วินเทอร์สแบบบวก   | 7.45     | 6.68 | 5.27 -9.64             |

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) ของแบบจำลองการพยากรณ์ต่างๆ ได้แก่ แนวโน้มของโฮลท์ แนวโน้มของบราวน์, แนวโน้มแบบมีค่าลด, วินเทอร์สแบบคูณ และวินเทอร์สแบบบวก โดยแสดงค่า MAPE ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ของ MAPE และช่วงความเชื่อมั่นของ MAPE ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกมีความแม่นยำและเสถียรที่สุด โดยมีค่า MAPE ต่ำที่สุดที่ 7.45 % และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุดที่ 6.68 ซึ่งบ่งชี้ว่าผลการพยากรณ์มีความผันผวนน้อย และมีความน่าเชื่อถือสูง ในขณะที่แบบจำลองแนวโน้มของบราวน์ มีความผันผวนของค่า MAPE สูงที่สุด โดยมีค่า Mean MAPE สูงถึง 11.39% และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 8.44 แสดงถึงความไม่เสถียรของแบบจำลองช่วงความเชื่อมั่นของ MAPE ในแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกก็แคบที่สุด โดยอยู่ระหว่าง 5.27% ถึง 9.64% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำและความน่าเชื่อถือที่สูงกว่าแบบจำลองอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น แบบจำลองแนวโน้มของโฮลท์มีค่า MAPE ที่ 9.12% และช่วงความเชื่อมั่นกว้างกว่า อยู่ที่ 6.78% ถึง 11.46 % ซึ่งรวมไปถึงค่า MAE และ MSE จากตารางที่ 2 ที่ต่ำที่สุดบ่งชี้ว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุดและสามารถจับรูปแบบของข้อมูลได้ดีกว่าแบบจำลองอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล โดยแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกสามารถพิจารณาองค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

**5.3 ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า** หลังจากประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองต่าง ๆ และพบว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด จึงนำแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องล่วงหน้า 36 เดือน (มกราคม พ.ศ. 2565 - ธันวาคม พ.ศ. 2567) ดังตารางที่ 5 ที่แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ในจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 โดยใช้แบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดตามที่นำเสนอในผลการวิจัย จากตารางจะเห็นว่าปริมาณความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เล็กน้อยในแต่ละปี และยังคงมีรูปแบบความผันผวนตามฤดูกาล โดยมีความต้องการสูงในช่วงเดือนมกราคมและมกราคมของทุกปี สอดคล้องกับช่วงเวลาที่ธุรกิจขนส่งสินค้าคึกคัก และความต้องการต่ำในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ สิงหาคม และธันวาคม ซึ่งอาจเป็นช่วงที่ธุรกิจขนส่งสินค้าซบเซาลง ผลการพยากรณ์นี้สามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผนการจัดการสต็อกน้ำมันเครื่อง การจัดสรรทรัพยากร และการวางแผนกำลังคน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการในอนาคต

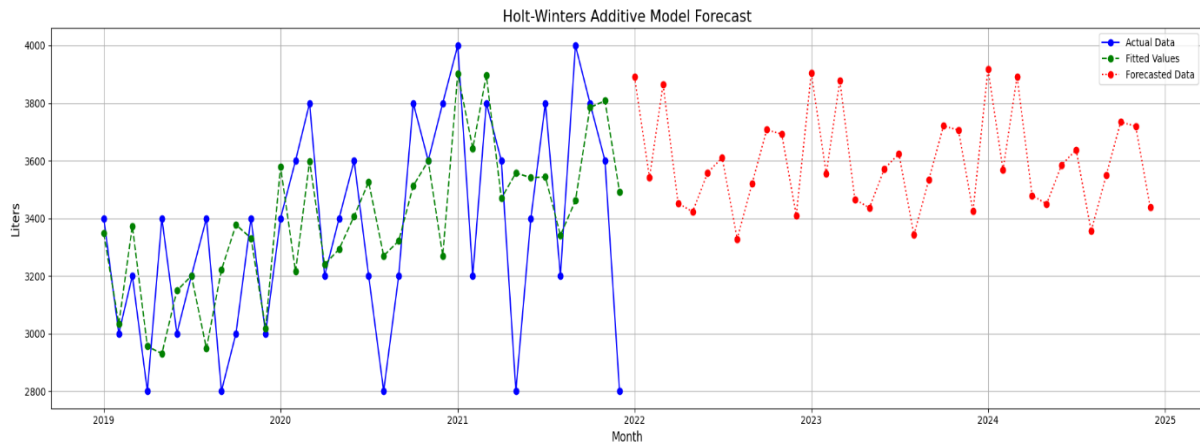
**ตารางที่ 5** ตารางการพยากรณ์ปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง (ลิตร) พ.ศ. 2565-พ.ศ. 2567

| เดือน      | พ.ศ. 2565 | พ.ศ. 2566 | พ.ศ. 2567 |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| มกราคม     | 3,890     | 3,904     | 3,917     |
| กุมภาพันธ์ | 3,540     | 3,554     | 3,567     |
| มีนาคม     | 3,865     | 3,878     | 3,892     |
| เมษายน     | 3,452     | 3,465     | 3,479     |
| พฤษภาคม    | 3,422     | 3,436     | 3,449     |
| มิถุนายน   | 3,558     | 3,571     | 3,585     |
| กรกฎาคม    | 3,610     | 3,624     | 3,637     |
| สิงหาคม    | 3,328     | 3,341     | 3,355     |
| กันยายน    | 3,521     | 3,535     | 3,548     |
| ตุลาคม     | 3,707     | 3,720     | 3,734     |
| พฤศจิกายน  | 3,692     | 3,705     | 3,719     |
| ธันวาคม    | 3,410     | 3,424     | 3,437     |

และภาพที่ 7 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้โดยแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก (เส้นประสีแดง) เทียบกับข้อมูลจริง (เส้นสีน้ำเงิน) และค่าที่คำนวณจากแบบจำลอง (เส้นสีเขียว) จะเห็นว่าโดยแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกสามารถทำนายแนวโน้มของปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องในอนาคต (พ.ศ. 2565- พ.ศ. 2567) ได้อย่างน่าสนใจ โดยเส้นกราฟแสดงถึงรูปแบบการขึ้นลงของความ ต้องการที่เป็นไปตามฤดูกาล และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะยาว รูปแบบการพยากรณ์นี้สอดคล้องกับรูปแบบของข้อมูลจริงในอดีต ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแบบจำลองในการจับรูปแบบความ

ต้องการ แม้ว่าจะไม่ได้พยากรณ์ค่าที่แม่นยำทุกจุดก็ตาม ส่วนการพยากรณ์ที่เป็นเส้นประสีแดง แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มโดยรวมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งสามารถ

นำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 7 การพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้โดยแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก

## 6. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยใช้ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์สและแนวโน้มเชิงเส้น กรณีศึกษาศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุด โดยมีค่า MAPE, MAE และ MSE ต่ำสุด เมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ishak and Jaapar [23] ที่ใช้ Holt-Winters ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาและพบว่าแบบจำลองนี้เหมาะสมกับข้อมูลที่มีฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในระยะยาว แบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกสามารถพิจารณาองค์ประกอบฤดูกาลและแนวโน้มของข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องที่มีความผันผวนตามช่วงเวลาและมีรูปแบบการขึ้นลงซ้ำๆ อย่างไรก็ตามแบบจำลองยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยภายนอกที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในแบบจำลอง เช่น สภาพเศรษฐกิจ นโยบายของรัฐ หรือเหตุการณ์

พิเศษต่างๆ โดย Phuchittrasin et al. [5] ได้เปรียบเทียบวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายกับแบบจำลองอื่น ๆ การเปรียบเทียบกับวิธี พบว่าวิธีเหล่านี้ให้ความแม่นยำในการพยากรณ์ต่ำกว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เช่น Holt-Winters ในการทำนายความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุก และพบว่า Holt-Winters ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าอย่างไรก็ตาม Phuchittrasin et al. [5] มีข้อจำกัดที่ไม่ได้พิจารณาแบบจำลองที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น แบบจำลอง ARIMA หรือ SARIMA และไม่ได้พิจารณาปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อความต้องการ เช่น สภาพเศรษฐกิจ หรือ นโยบายของรัฐ รวมไปถึงไม่ได้มีการพยากรณ์ปริมาณความต้องการน้ำมันเครื่องซึ่งเป็นการวิจัยที่มีความแตกต่างจากบทความนี้ เนื่องด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีรูปแบบง่าย ๆ และไม่สามารถจับรูปแบบความต้องการที่ซับซ้อน เช่น ข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล ได้ดีเท่าแบบจำลองวินเทอร์ส สำหรับงานวิจัยนี้มีส่วนสนับสนุนองค์ความรู้ด้าน

การพยากรณ์ความต้องการ โดยเฉพาะในบริบทของการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุก เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Ishak and Jaapar [23] ที่ใช้ Holt-Winters ในการพยากรณ์การเก็บขยะกาด และ Pleños [14] ที่ใช้ Holt-Winters ในการพยากรณ์การผลิตเส้นใยอะบัก้า ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการสต็อกน้ำมันเครื่องและการจัดสรรทรัพยากรของศูนย์บริการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและลดต้นทุน รวมไปถึง Williams และ Hoel [9] ที่ทำการพยากรณ์ปริมาณการจราจรและ Rodriguez และคณะ [8] ได้พยากรณ์ความต้องการใช้น้ำ ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพและความราบรื่นของกระบวนการโลจิสติกส์ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของแบบจำลอง Holt-Winters ในการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านโลจิสติกส์ เพื่อสนับสนุนการวางแผนและการจัดการทรัพยากร และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานในภาพรวม อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่อาจมีผลต่อความต้องการ เพื่อพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการขนส่งสินค้า สภาพเศรษฐกิจ และความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง และนำปัจจัยเหล่านี้มาประกอบในการสร้างแบบจำลอง โดยอาจใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงสถิติขั้นสูง เช่นเดียวกับที่ Alemu et al. [24] ได้ใช้ SARIMA และ Holt-Winters ในการพยากรณ์ระดับไอโซน

## 7. ข้อเสนอแนะการนำไปใช้งาน

### 7.1 ข้อเสนอแนะจากกรณีวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกมีความเหมาะสมในการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลาได้ โดยศูนย์บริการสามารถนำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการวางแผนการจัดการสต็อก

น้ำมันเครื่อง เพื่อให้มีปริมาณน้ำมันเครื่องเพียงพอต่อความต้องการ ลดความเสี่ยงของสินค้าขาดตลาด และลดต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง นอกจากนี้ ผลการพยากรณ์ยังสามารถใช้ในการวางแผนกำลังคน เพื่อให้มีพนักงานเพียงพอต่อการให้บริการในช่วงเวลาที่มีความต้องการสูง และลดปัญหาการรอคอยของลูกค้า และไปสู่การพัฒนาแบบพยากรณ์แบบ Real-time [25] ในอนาคตต่อไป

### 7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาเพื่อขยายผลต่อไปประโยชน์ทางสาธารณะ

งานวิจัยนี้มุ่งหวังให้ผลลัพธ์ที่ได้ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อสาธารณะ โดยเฉพาะการยกระดับอุตสาหกรรมขนส่งและคุณภาพชีวิต ซึ่งนำไปสู่ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและแนวทางการพัฒนา ดังนี้

7.2.1 พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานข้อมูล เสนอให้สร้างฐานข้อมูลกลางระดับจังหวัดหรือประเทศ รวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องจากศูนย์บริการต่างๆ เพื่อให้เห็นภาพรวมความต้องการและแนวโน้ม สนับสนุนการกำหนดนโยบายและการวางแผนของภาครัฐ เช่น กรมการขนส่งทางบก ในการบริหารจัดการและควบคุมมลพิษ รวมถึงเป็นฐานข้อมูลสำหรับกรวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมด้านการขนส่งต่อไป

7.2.2 พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ นำแบบจำลองการพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้น สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้ประกอบการศูนย์บริการ โดยเฉพาะ SMEs ให้สามารถคำนวณปริมาณน้ำมันเครื่องที่เหมาะสม แจ้งเตือนการสั่งซื้อ และบริหารสต็อกเพื่อลดต้นทุนและป้องกันปัญหาสินค้าขาดตลาด โดยควรพัฒนาระบบให้เข้าถึงง่าย เช่น ผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ

7.2.3 ส่งเสริมการบำรุงรักษาและรักษาสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจเรื่องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตามกำหนดและการเลือกใช้น้ำมันเครื่องที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านช่องทางต่าง ๆ เช่น สื่อออนไลน์ สื่อสิ่งพิมพ์ และอบรม เพื่อสร้างจิตสำนึก

แก่ผู้ประกอบการ ส่งผลต่อประสิทธิภาพเครื่องยนต์ อายุการใช้งานรถ ความปลอดภัย และลดมลพิษ

7.2.4 การบูรณาการกับระบบ ERP ของ ศูนย์บริการ โดยเฉพาะรายย่อย คำนวณปริมาณ น้ำมันเครื่องที่ควรสั่ง แจกเตือนเมื่อใกล้หมด เพื่อลด ต้นทุนและป้องกันของขาด รวมไปถึงการแอปพลิเคชันให้ ใช้งานง่าย และบูรณาการระบบนี้เข้ากับระบบวางแผน ทรัพยากรองค์กร (ERP) ของศูนย์บริการ เพื่อให้การ จัดการข้อมูลเป็นไปอย่างอัตโนมัติ และสามารถเชื่อมโยง ข้อมูลกับกระบวนการอื่น ๆ เช่น การจัดซื้อ การจัดการ คลังสินค้า และการบัญชี ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพ การดำเนินงานของศูนย์บริการโดยรวม

ความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และประชาชน ในการพัฒนาตามข้อเสนอแนะ จะเป็นกลไกสำคัญ ในการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ระบบขนส่งที่ยั่งยืน มีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อ ประโยชน์สาธารณะในระยะยาว

### 7.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

งานวิจัยในอนาคตสามารถต่อยอดจากงานวิจัย นี้ได้โดยการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ที่ซับซ้อน มากขึ้น เช่น ARIMA, SARIMA หรือแบบจำลองที่ใช้ Machine Learning เช่น Neural Networks รวมถึง แบบจำลอง Hybrid ที่ผสมผสานแบบจำลองต่าง ๆ เพื่อ เปรียบเทียบประสิทธิภาพ และศึกษาปัจจัยภายนอกที่มี อิทธิพลต่อความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง เช่น สภาพเศรษฐกิจ ราคาน้ำมัน นโยบายรัฐ สภาพอากาศ ประเภทและระยะทางการใช้งานรถ พฤติกรรมการขับขี่ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์หรือการ วิเคราะห์การถดถอย ประกอบการสร้างแบบจำลอง นอกจากนี้ ควรขยายขอบเขตการศึกษาไปยังพื้นที่หรือ ศูนย์บริการประเภทอื่นๆ เพื่อให้ผลการวิจัยสามารถ นำไปประยุกต์ใช้ได้กว้างขวางขึ้น และพัฒนาระบบ พยากรณ์แบบเรียลไทม์ที่ปรับปรุงแบบจำลองและผลการ พยากรณ์ได้ต่อเนื่องตามข้อมูลใหม่ เพื่อเพิ่มความแม่นยำ และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็ว

## 8. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์บริการรถบรรทุก วิทยาลัยที่อนุเคราะห์ข้อมูลและให้ความร่วมมือในการ เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Johansen, S. 1992. "Determination of cointegration rank in the presence of a linear trend," *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*. 54(3): pp. 383-397.
- [2] Donaldson, W. A. 1977. "Inventory replenishment policy for a linear trend in demand-an analytical solution," *Journal of the Operational Research Society*. 28(3): pp. 663-670.
- [3] Khuanluean, W. and Kanjanasamranwong, P., 2561. "Factors affecting toward number of automobile sales in Thailand," *Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University*. 20(2): pp. 174-184.
- [4] Buakla, A., Sangsrichan, C., Mahawan, N., Unnan, C., and Pochan, J. 2022. "A factor analysis for influencing the development of truck driver skills in the eastern special development zone," *Industrial Technology and Engineering Pibulsongkram Rajabhat University Journal*. 15(2): pp. 93-106.
- [5] Phuchittrasin, R., Rattanakool, T., Sukkrajang, K., Kaewdee, C., Pansrinual, W., and Sudsomboon, W. 2024. "A comparison of moving average and simple exponential smoothing methods for predicting engine oil change demand in trucks: A case study in



- Songkhla province,” *Academic Journal of Industrial Technology Innovation*. 2(2): pp. 1–12.
- [6] Atoyebi, S. B., Olayiwola, M. F., Oladapo, J. O., and Oladapo, D. I. 2023. “Forecasting currency in circulation in Nigeria using holt-winters exponential smoothing method,” *South Asian Journal of Social Studies and Economics*. 20(1): pp. 25-41.
- [7] Tularam, G. A. and Saeed, T. 2016. “Oil-price forecasting based on various univariate time-series models,” *American Journal of Operations Research*. 6(3): pp. 226-235.
- [8] Rodriguez, H., Puig, V., Flores, J. J., and Lopez, R. 2016. “Combined holt-winters and ga trained ANN approach for sensor validation and reconstruction: application to water demand flowmeters,” In *Proceedings of the 3rd Conference in Control and Fault-Tolerant Systems (SysTol)*, 7-9 September 2016. Barcelona, Spain, pp. 202–207.
- [9] Williams, B. M. and Hoel, L. 1999. Modeling and forecasting vehicular traffic flow as a seasonal stochastic time series process. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/MODELING-AND-FORECASTING-VEHICULAR-TRAFFIC-FLOW-AS-Williams-Hoel/86065d1d235885543cc1973999e6444150c35c7d>. Accessed 21 November 2024.
- [10] Zhou, W., Tao, H., and Jiang, H. 2022. “Application of a novel optimized fractional grey holt-winters model in energy forecasting,” *Sustainability*. 14(5): pp. 1-18.
- [11] Rajopadhye, M., Ghalia, M. B., Wang, P. P., Baker, T., and Eister, C. V. 1999. “Forecasting uncertain hotel room demand,” In *Proceedings of the 1999 American Control Conference (Cat. No. 99CH36251)*, 2-4 June 1999. San Diego, CA, USA, pp. 1925–1929. <https://doi.org/10.3390/su14053118>
- [12] Cleophas, T. J. and Zwinderman, A. H. 2016. “Missing data imputation,” in *Clinical Data Analysis on a Pocket Calculator: Understanding the Scientific Methods of Statistical Reasoning and Hypothesis Testing*, T. J. Cleophas and A. H. Zwinderman, Eds. Cham: Springer International Publishing, pp. 93–97.
- [13] Schlitzer, G. 1995. “Testing the stationarity of economic time series: further Monte Carlo evidence,” *Ricerche Economiche*. 49(2): pp. 125–144.
- [14] Pleños, M. 2022. “Time series forecasting using holt-winters exponential smoothing: application to abaca fiber data,” *PRS*. 22(2): pp. 17–29.
- [15] Touama, D. H. Y. 2014. “Application of the statistical analysis for prediction of the Jordanian GDP by using ARIMA Time series and holt’s linear trend models for the period (2003–2013),” *Mathematical Theory and Modeling*. 4(14): pp. 18-27.



- [16] Sbrana, G. 2012. “damped trend exponential smoothing: prediction and control,” *Journal of Quantitative Economics*. 10(2): pp. 152–192.
- [17] Hansun, S. 2017. “New estimation rules for unknown parameters on holt-winters multiplicative method,” *J. Math. Fund. Sci.* 49(2): pp. 127-135.
- [18] Starychenko, Y., Skrypyuk, A., Babenko, V., Klymenko, N., and Tuzhyk, K. 2020. “Food security indices in ukraine: forecast methods and trends,” *Studies of Applied Economics*. 38(4): pp. 1–8.
- [19] Ahmar, A. S. 2020. “Forecast error calculation with mean squared error (MSE) and mean absolute percentage error (MAPE),” *JINAV: Journal of Information and Visualization*. 1(2): pp. 94–96.
- [20] Robeson, S. M. and Willmott, C. J. 2023. “Decomposition of the mean absolute Error (MAE) into systematic and unsystematic components,” *PloS one*. 18(2): e0279774. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279774>
- [21] Hodson, T. O., Over, T. M., and Foks, S. S. 2021. “Mean squared error, deconstructed,” *J Adv Model Earth Syst*. 13(12): p. e2021MS002681. <https://doi.org/10.1029/2021MS002681>
- [22] Putri, T. H., Jaya, I. G. N. M., Toharudin, T., and Kristiani, F., 2024. “Sensitivity analysis of the PC hyperprior for range and standard deviation components in Bayesian spatiotemporal high-resolution prediction: an application to PM2.5 prediction in Jakarta, Indonesia,” *10.5267/j.ijdns*. 8(2): pp. 871–880.
- [23] Ishak, M. F. and Mohd Jaapar, A., 2021. “Utilization of holt-winters forecasting model in Lembaga Zakat Selangor (LZS) for Zakat Collection,” *MJoSHT*. 7(Special Issue): pp. 40-47.
- [24] Alemu, A. B., Parakash Raju, U. J., Seid, A. M., and Damtie, B. 2023. “Comparative study of seasonal autoregressive integrated moving average and holt-winters modeling for forecasting monthly ground-level ozone,” *AIP Advances*. 13(3): e035303. <https://doi.org/10.1063/5.0132812>
- [25] Bouyahrouzi, E. M., Kihel, A. E., Embarki, S., and Kihel, B. E. 2023. “Maintenance 4.0 model development for production lines in industry 4.0 using a deep learning approach and IoT data in real-time: an experimental case study,” *In Proceedings of the 12th International Conference in Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, 21 December 2023. Dortmund, Germany, pp. 157–162.