

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเรียบเอกโพเนนเชียลอย่างง่าย
ในการทำนายความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรถบรรทุก: กรณีศึกษาในจังหวัดสงขลา

A Comparison of Moving Average and Simple Exponential Smoothing
Methods for Predicting Engine Oil Change Demand in Trucks: A Case Study
in Songkhla Province

รภัฏภร ภูชิตตราสิน¹, ธนะรัตน์ รัตนกุล^{2*}, กันต์ธมน สุขกระจ่าง², ฉัตรชัย แก้วดี³, วีรพล ปานศรีนวล³
และ วีระยุทธ สุตสมบุญ³

Rapatporn Phuchittrasin¹, Tanarat Rattanakool^{2*}, Kantamon Sukkrajang²,
Chatchai Kaewdee³, Weeraphol Pansrinual³, and Weerayute Sudsomboon³

¹ SFS Clinic อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

² คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

³ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

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

วันที่รับบทความ: 31 กรกฎาคม 2567; วันที่ทบทวนบทความ: 10 สิงหาคม 2567; วันที่ตอบรับบทความ: 12 สิงหาคม 2567

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 20 สิงหาคม 2567

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำนายความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยใช้ข้อมูลรายเดือนจากศูนย์บริการกรณีศึกษา ระหว่างปี พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2564 การศึกษาใช้ข้อมูลรายเดือนจำนวน 36 เดือน การศึกษานี้มุ่งเน้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการทำนายต่าง ๆ เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการคาดการณ์ความต้องการบริการในอนาคต วิธีการทำนายที่นำมาใช้ในการวิจัยประกอบด้วยสองวิธีหลัก ได้แก่ การทำนายแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average - MA) โดยใช้ช่วงเวลา 3 และ 5 เดือน และการปรับเรียบเอกโพเนนเชียลอย่างง่าย (Exponential smoothing) โดยใช้ค่าอัลฟา (α) เท่ากับ 0.1 และ 0.5 แต่ละวิธีถูกนำมาใช้กับชุดข้อมูลเดียวกันเพื่อสร้างการทำนาย และประเมินประสิทธิภาพของแต่ละวิธีการ การวิจัยนี้ใช้เกณฑ์การวัดความแม่นยำสามประการ ได้แก่ Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Absolute Error (MAE) และ Mean Squared Error (MSE) ซึ่งแต่ละเกณฑ์ให้มุมมองที่แตกต่างกันในการประเมินความถูกต้องของการทำนาย ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า วิธี SES ที่ค่า $\alpha = 0.5$ ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดที่ 4.90 % วิธีการปรับเรียบเอกโพเนนเชียลอย่างง่าย (Exponential Smoothing) ที่มีค่าอัลฟาเท่ากับ 0.5 ให้ผลการทำนายที่มีความแม่นยำสูงสุดเมื่อประเมินด้วย MAE, MSE และ MAPE ซึ่งบ่งชี้ถึงความสามารถในการคาดการณ์ที่ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุดสำหรับการวางแผนต้องการความน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ของบริษัทกรณีศึกษา ผลการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการสต็อกและการให้บริการของศูนย์บริการได้

คำสำคัญ: การทำนายความต้องการ, น้ำมันเครื่อง, รถบรรทุก

Abstract: The objective of this research is to predict the demand for engine oil changes in large trucks using monthly data from a case study service center between 2019 and 2021. The study utilizes 36 months of monthly data. This study focuses on comparing the performance of various prediction methods to determine the most suitable approach for forecasting future service demands. The prediction methods employed in this research comprise two main approaches: Moving Average (MA) with 3 and 5-month periods, and Exponential Smoothing with alpha (α) values of 0.1 and 0.5. Each method was applied to the same dataset to generate predictions, followed by a performance evaluation. To assess prediction accuracy, three criteria were utilized: Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Absolute Error (MAE), and Mean Squared Error (MSE). The results show that the SES method with an α value of 0.5 yields the lowest MAPE value of 4.90% and provides the most accurate predictions based on MAE, MSE, and MAPE, indicating its superior ability to predict values closely aligned with actual figures. This method is recommended for planning engine oil demand in large trucks at the case study company. This method is therefore recommended for planning engine oil demand for large trucks at the case study company. These findings can be applied to improve inventory management and service provision at the service center.

Key words: Demand prediction, Engine oil, Trucks

1. บทนำ

ปัจจุบันการบริหารจัดการทรัพยากรและการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพถือเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งที่ต้องอาศัยรถบรรทุกในการขับเคลื่อนธุรกิจ สิ้นปี 2563 จำนวนรถบรรทุกจดทะเบียนในประเทศไทยมีจำนวนกว่า 1.2 ล้านคัน [1] ซึ่งมีความต้องการในการบำรุงรักษาและดูแลรักษายานพาหนะอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุก เป็นหนึ่งในกิจกรรมสำคัญที่ต้องมีการวางแผนล่วงหน้าอย่างรอบคอบ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างทันท่วงที และลดปัญหาการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งาน ศูนย์บริการกรณีศึกษาได้ดำเนินการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องของรถบรรทุกขนาดใหญ่ย้อนหลังรายเดือน ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2564 ข้อมูลเหล่านี้เป็นแหล่งข้อมูลสำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และทำนายความต้องการในอนาคตได้ โดยเฉพาะในพื้นที่

ภาคใต้ที่มีการขนส่งอย่างหนาแน่นและมีความต้องการบริการที่สูง การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาวิธีการทำนายที่มีความแม่นยำสูง เพื่อให้ศูนย์บริการกรณีศึกษาสามารถบริหารจัดการสต็อกและการให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ในยุคของอุตสาหกรรม 4.0 การใช้เทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงเพื่อทำนายความต้องการได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจ การศึกษานี้นำวิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average: MA) และการปรับเรียบเอกโพเนนเชียล (Exponential Smoothing) อย่างง่ายมาใช้ในการทำนาย ซึ่งเป็นเทคนิคที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความมีประสิทธิภาพในการทำนายข้อมูลอนุกรมเวลาในหลายสถานการณ์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการเหล่านี้ในบริบทต่าง ๆ เช่น Hwang และ Lee ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการ MA ในการทำนายความต้องการสินค้าในห่วงโซ่อุปทาน [2] ในขณะที่ Harly และคณะ ได้นำเสนอการ

ประยุกต์ใช้วิธีการปรับเรียบเอ็กโพเนนเชียล ในการทำนายยอดขายในอุตสาหกรรมค้าปลีก [3] นอกจากนี้ Budiarto, Miftahudin, และ Riwurahi ได้ศึกษาการใช้เทคนิค MA และเอ็กโพเนนเชียล ในการทำนายความต้องการชิ้นส่วนอะไหล่ในอุตสาหกรรมยานยนต์ [4] ซึ่งมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับการศึกษาครั้งนี้ โดยรวมเอาทั้งวิธีการ MA และการปรับเรียบเอ็กโพเนนเชียลกับวิธีการอื่น ๆ เพื่อปรับปรุงความแม่นยำในการทำนายความต้องการบริการซ่อมบำรุงยานพาหนะ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับบริบทของการศึกษาครั้งนี้ การนำวิธีการเหล่านี้มาใช้ในบริบทของการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่จะไม่เพียงแต่ช่วยปรับปรุงการให้บริการของศูนย์บริการกรณีศึกษาเท่านั้น แต่ยังนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ในอุตสาหกรรมขนส่งและโลจิสติกส์ เช่น การทำนายความต้องการอะไหล่ การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน หรือการจัดการคลังสินค้า ผลการวิจัยนี้มีความสำคัญในการเลือกใช้วิธีการทำนายที่เหมาะสมต่อการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรและการให้บริการของศูนย์บริการกรณีศึกษา ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าในพื้นที่ภาคใต้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทันเวลา นอกจากนี้ ยังนำไปสู่การพัฒนากระบวนการตัดสินใจที่ช่วยให้ผู้บริหารสามารถวางแผนเชิงกลยุทธ์ได้ดียิ่งขึ้น เช่น การขยายศูนย์บริการหรือการปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการ โดยรวมแล้วการศึกษานี้ไม่เพียงแต่จะช่วยปรับปรุงการให้บริการของศูนย์บริการกรณีศึกษาเท่านั้น แต่ยังอาจส่งผลในวงกว้างต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมขนส่งและโลจิสติกส์ในภูมิภาค ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และสนับสนุนการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนในระยะยาว

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 ทำนายความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง โดยใช้ข้อมูลรายเดือนย้อนหลัง 3 ปี (พ.ศ. 2562-พ.ศ. 2564) จากศูนย์บริการ กรณีศึกษา ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเรียบเอ็กโพเนนเชียลอย่างง่าย

2.2 เปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีการทำนายต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ MAPE, MAE และ MSE

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 **พื้นที่การศึกษา** โดยการวิจัยนี้จะดำเนินการศึกษาเฉพาะที่ศูนย์บริการ เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรถบรรทุกในพื้นที่จังหวัดสงขลาซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการขนส่งสินค้าผ่านทางรถบรรทุกขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก

3.2 **ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย** ข้อมูลที่ใช้ในการทำนายเป็นข้อมูลย้อนหลังรายเดือนเกี่ยวกับการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564

3.3 **วิธีการทำนาย** การวิจัยนี้จะใช้วิธีการทำนายสองแบบหลัก ได้แก่ การทำนายแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) ทดสอบกับช่วงเวลาที่แตกต่างกันแบบ 3 และ 5 เดือน [5] และการปรับเรียบเอ็กโพเนนเชียลอย่างง่ายที่ค่าอัลฟาแตกต่างกัน คือ อัลฟา 0.1 และ 0.5 [6]

3.4 **การประเมินผล** ผลการทำนายจะถูกประเมินโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

3.4.1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

3.4.2 ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error: MAE)

3.4.3 ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Mean Squared Error: MSE) เพื่อวัดความแม่นยำของแต่ละวิธีการทำนาย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การทำนายความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) และการปรับเรียบเอ็กโพเนนเชียลอย่างง่าย กรณีศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

4.1 **การเก็บรวบรวมข้อมูล** การวิจัยนี้จะเริ่มด้วยการรวบรวมข้อมูลย้อนหลังรายเดือนเกี่ยวกับการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่จากศูนย์บริการกรณีศึกษา ที่ให้บริการรถบรรทุกหลากหลายประเภท ทั้งรถบรรทุก 6 ล้อ 10 ล้อ รถหัวลาก รถ NGV

และหางพ่วงทั้งใหม่และมือสอง โดยข้อมูลจะครอบคลุม ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 รวมระยะเวลา 3 ปี ข้อมูลถูกรวบรวมจากระบบฐานข้อมูลของศูนย์บริการ โดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์หลังจากรวบรวมข้อมูลแล้ว จะมีการตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้องของข้อมูลอย่างละเอียด เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่ให้นำไปใช้ในการวิเคราะห์และทำนายนั้นมีคุณภาพและน่าเชื่อถือ การตรวจสอบนี้อาจรวมถึงการระบุและจัดการกับค่าผิดปกติหรือข้อมูลที่ขาดหายไป เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำมากที่สุด

4.2 การสร้างกราฟอนุกรมเวลา การสร้างกราฟอนุกรมเวลาเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกทุกขนาดใหญ่ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา กราฟอนุกรมเวลานี้จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องและเวลา โดยใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2564 การสร้างกราฟอนุกรมเวลาจะช่วยให้เห็นภาพรวมของแนวโน้ม ความเป็นฤดูกาล และความผันผวนของข้อมูลได้อย่างชัดเจน ทำให้สามารถระบุรูปแบบหรือพฤติกรรมที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ในช่วงเวลาต่าง ๆ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติหรือเหตุการณ์พิเศษที่อาจส่งผลกระทบต่อความต้องการ

4.3 การทำนาย โดยใช้สมการการทำนายแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) และการปรับเรียบเอกโพเนนเชียลอย่างง่าย โดย MA ถูกเลือกทำนายข้อมูลในครั้งนี้นี้เนื่องจากความง่ายในการใช้งาน ส่วน SES ถูกเลือกเพราะความสามารถในการให้น้ำหนักข้อมูลล่าสุด

4.3.1 การทำนายแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average - MA) มีสมการและตัวแปร ดังนี้ [5]

$$MA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} Y_{t-i} \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ

- MA_t คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับช่วงเวลา t
- n คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณค่าเฉลี่ย
- Y_{t-i} คือ ค่าจริงของข้อมูลในช่วงเวลา $t - i$

4.3.2 การปรับเรียบเอกโพเนนเชียลอย่างง่าย (SES) มีสมการและตัวแปร ดังนี้ [6]

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_t \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ

- F_{t+1} คือ ค่าทำนายสำหรับช่วงเวลา $t + 1$
- Y_t คือ ค่าจริงของข้อมูลในช่วงเวลา t
- F_t คือ ค่าทำนายสำหรับช่วงเวลา t
- α คือ ค่าพารามิเตอร์การปรับเรียบ

4.4 การประเมินประสิทธิภาพการทำนาย โดยใช้เกณฑ์ MAPE, MAE และ MSE ดังสมการและตัวแปร ดังนี้

ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เชิงร้อยละ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) [7]

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error: MAE) [8]

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - F_t| \dots\dots\dots(4)$$

ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Mean Squared Error: MSE) [9]

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2 \dots\dots\dots(5)$$

เมื่อ

- n คือ จำนวนของการสังเกตหรือข้อมูล
- Y_t คือ ค่าจริงของตัวแปรเป้าหมายในช่วงเวลาที่ t
- F_t คือ ค่าที่ทำนายของตัวแปรเป้าหมายในช่วงเวลาที่ t

5. ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกทุกขนาดใหญ่ ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และการปรับเรียบเอกโพเนนเชียลอย่างง่าย เลือกใช้ค่า k เท่ากับ 3 และ 5 เดือน สำหรับวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) โดยพิจารณาจากช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสะท้อนถึงแนวโน้มความต้องการในอดีต และเลือกใช้ค่า α เท่ากับ 0.1 และ 0.5 สำหรับวิธีการปรับเรียบเอกโพเนนเชียล (SES) เพื่อ

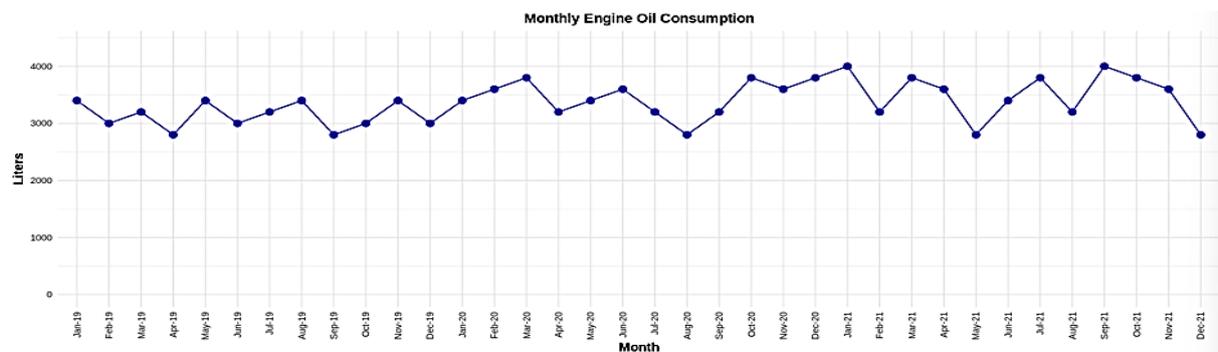
เปรียบเทียบผลลัพธ์จากการให้น้ำหนักที่แตกต่างกันกับข้อมูลล่าสุด มีผลการวิจัยดังนี้

5.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอการผ่านการสร้างกราฟแบบอนุกรมเวลา (Times Series Plot) ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการปริมาณน้ำเครื่องระหว่าง พ.ศ. 2562-พ.ศ. 2564

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

เดือน	ลิตร	เดือน	ลิตร	เดือน	ลิตร
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

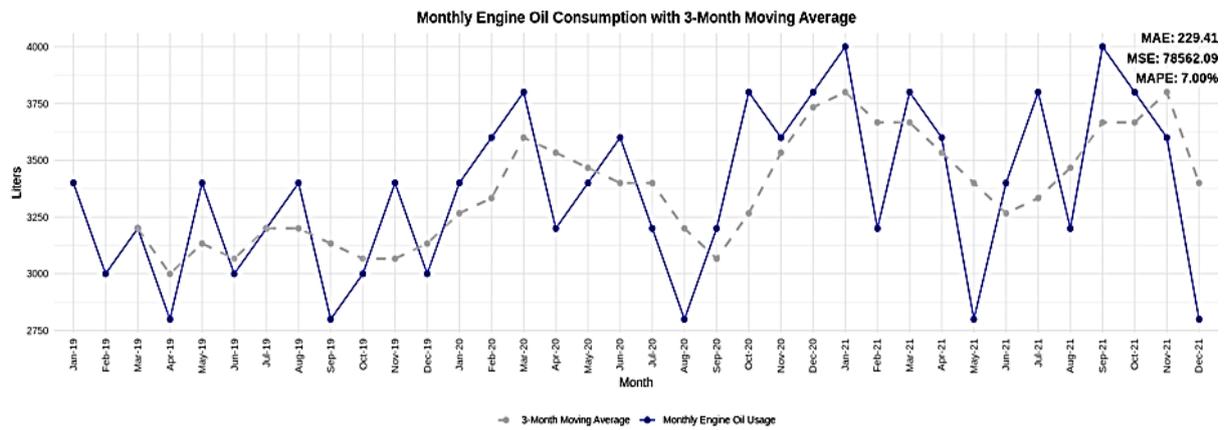


ภาพที่ 1 ปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่

จากตารางที่ 1 และภาพที่ 1 พบแนวโน้มการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2564 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2562-พ.ศ. 2563 โดยเฉพาะเดือนมกราคม มีปริมาณ 4,000 ลิตร ซึ่งสูงกว่าปี พ.ศ. 2562-พ.ศ. 2563 ปริมาณ 3,400 ลิตร แสดงถึงความเป็นไปได้ในการใช้วิธี แนวโน้ม เช่น การปรับเรียบเอกโพเนนเชียล อย่างง่าย (SES) ในการทำนายปริมาณน้ำเครื่องในอนาคต อย่างไรก็ตามบางเดือนในปี พ.ศ. 2564 มีปริมาณน้ำเครื่องลดลง เช่น พฤษภาคมและธันวาคม

บ่งชี้ถึงปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากแนวโน้ม จำเป็นต้องใช้วิธีแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) มาร่วมในการทำนายข้อมูลในอดีตให้มีความแม่นยำมากขึ้น ช่วยในการพัฒนาวิธีและวางแผนการบริหารจัดการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นดังผลที่จะกล่าวถึงในขั้นตอนถัดไป

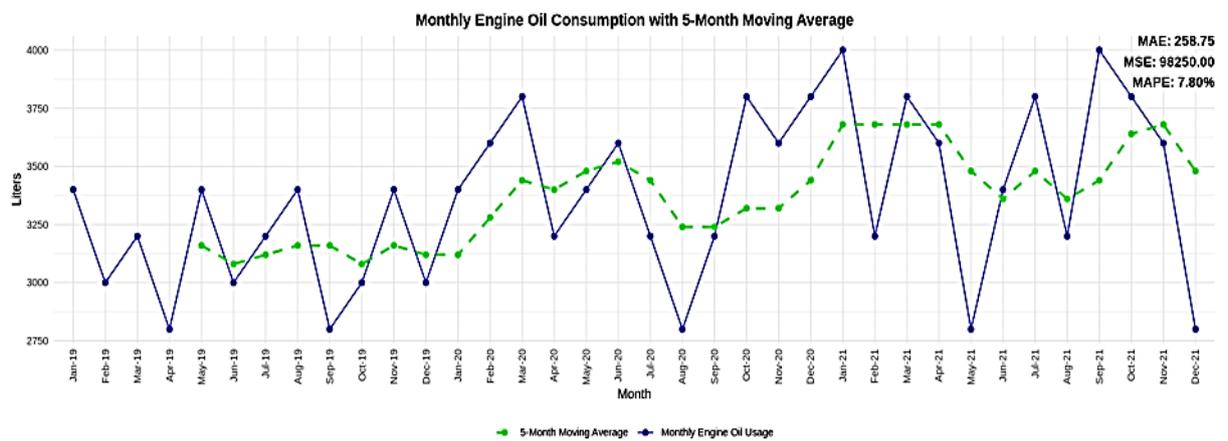
5.2 ผลการทำนาย โดยใช้วิธีการทำนายแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) และการปรับเรียบเอกโพเนนเชียลอย่างง่าย ดังภาพที่ 2 ถึง 6



ภาพที่ 2 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ วิธีค่าเฉลี่ยที่ 3 เดือน (MA 3)

ภาพที่ 2 แสดงปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องต่อเดือน เปรียบเทียบระหว่างปริมาณการใช้งานจริง (เส้นสีน้ำเงิน) กับปริมาณที่ทำนายโดยวิธี MA 3 (เส้นประสีเทา) พบว่าวิธี MA 3 สามารถทำนายปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องได้ใกล้เคียงกับค่าจริงในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง

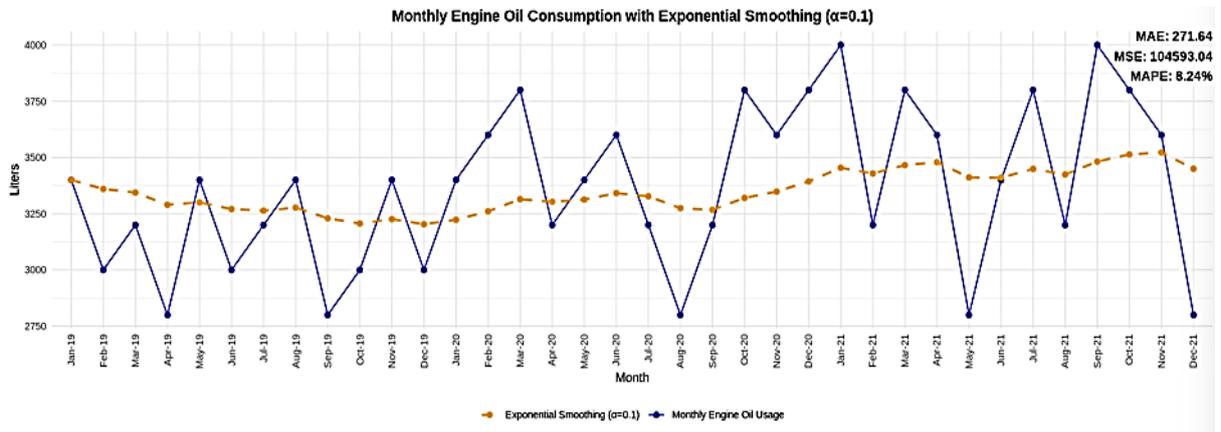
พฤษภาคม พ.ศ. 2563 อย่างไรก็ตาม ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2564 จะเห็นได้ว่าค่าที่ทำนายด้วย MA 3 มีค่าต่ำกว่า ค่าจริงอย่างเห็นได้ชัด และในช่วงเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ค่าที่ทำนายกลับสูงกว่าค่าจริงอย่างชัดเจน



ภาพที่ 3 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ วิธีค่าเฉลี่ยที่ 5 เดือน (MA 5)

จากภาพที่ 3 แสดงปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องต่อเดือน เปรียบเทียบระหว่างปริมาณการใช้งานจริง (เส้นสีน้ำเงิน) กับปริมาณที่ทำนายโดยวิธี MA 5 (เส้นประสีเขียว) พบว่าวิธี MA 5 สามารถทำนายปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องได้ใกล้เคียงกับค่าจริงในบางช่วงเวลา

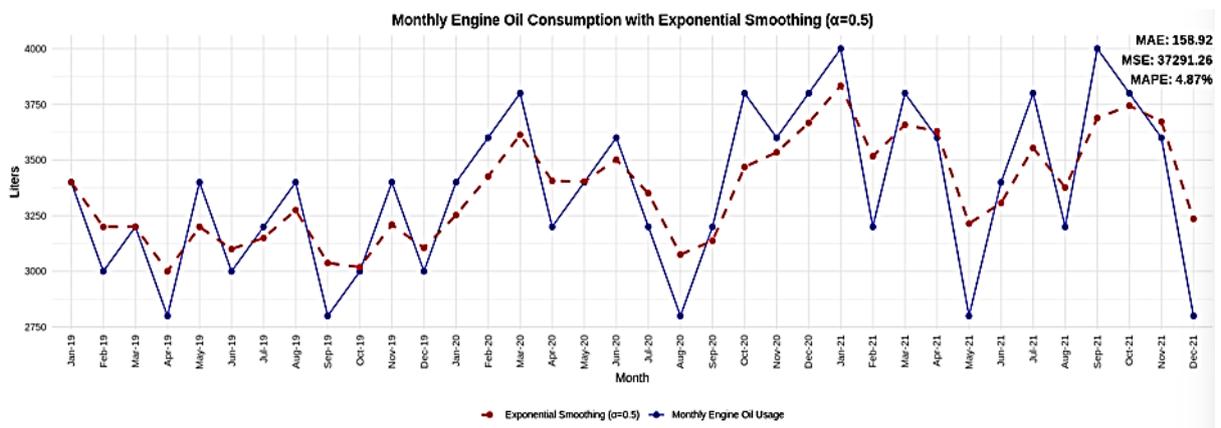
อย่างไรก็ตาม ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2564 จะเห็นได้ว่าค่าที่ทำนายมีค่าต่ำกว่าค่าจริงอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2564 ค่าที่ทำนายกลับสูงกว่าค่าจริง



ภาพที่ 4 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ ด้วย SES 0.1

จากภาพที่ 4 แสดงปริมาณการใช้ น้ำมันเครื่องต่อเดือน เปรียบเทียบระหว่างปริมาณการใช้งานจริง (เส้นสีน้ำเงิน) กับปริมาณที่ทำนายโดยวิธี SES 0.1 (เส้นประสีส้ม) พบว่าวิธี SES 0.1 มีแนวโน้มทำนายค่าใกล้เคียงกับค่าจริงในช่วงมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2563 และมีช่วงที่ทำนายต่ำกว่าค่าจริง

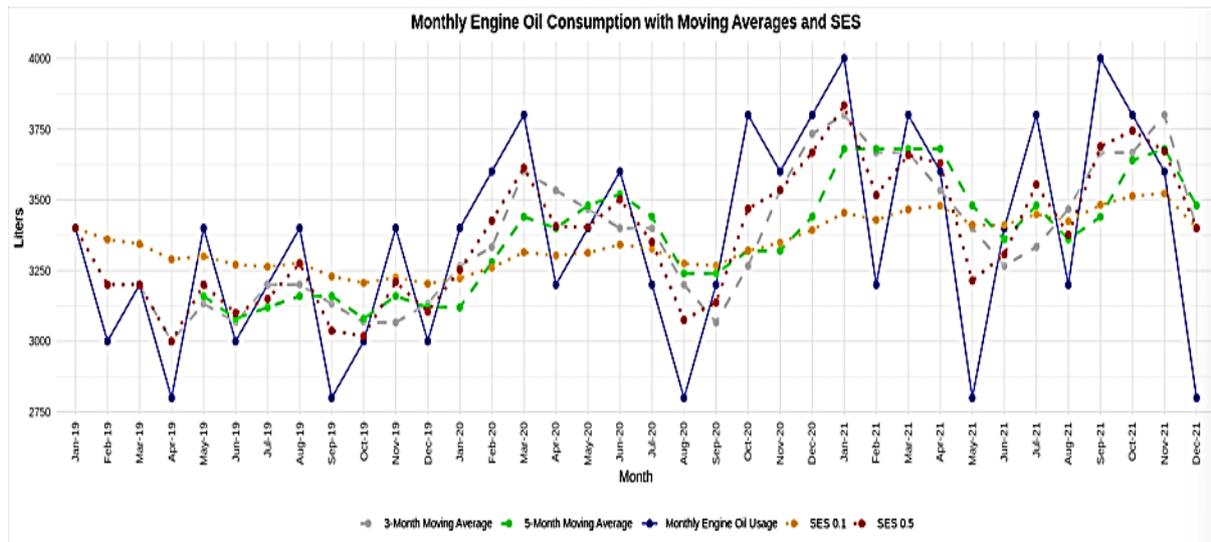
ชัดเจนในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ส่วนช่วงที่เหลือนของข้อมูล ระหว่างมิถุนายน พ.ศ. 2564 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 ค่าทำนายมีทั้งสูงและต่ำกว่าค่าจริงสลับกัน



ภาพที่ 5 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ ด้วยการปรับเรียบเอกโพเนนเชียลอย่างง่าย ที่ค่าอัลฟา (α) เท่ากับ 0.5 (SES 0.5)

จากภาพที่ 5 แสดงปริมาณการใช้ น้ำมันเครื่องต่อเดือน เปรียบเทียบระหว่างปริมาณการใช้งานจริง (เส้นสีน้ำเงิน) กับปริมาณที่ทำนายโดยวิธี SES 0.5 (เส้นประสีแดง) พบว่าวิธี SES 0.5 สามารถทำนายปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องได้ใกล้เคียงกับค่าจริงในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2563 และช่วง

เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 อย่างไรก็ตาม ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2564 พบว่าค่าที่ทำนายมีค่าทั้งสูงและต่ำกว่าค่าจริงสลับกันไป แสดงให้เห็นว่าวิธี SES 0.5 มีช่วงที่ทำนายได้ใกล้เคียงกับค่าจริงเป็นบางช่วง



ภาพที่ 6 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ทุกวิธี

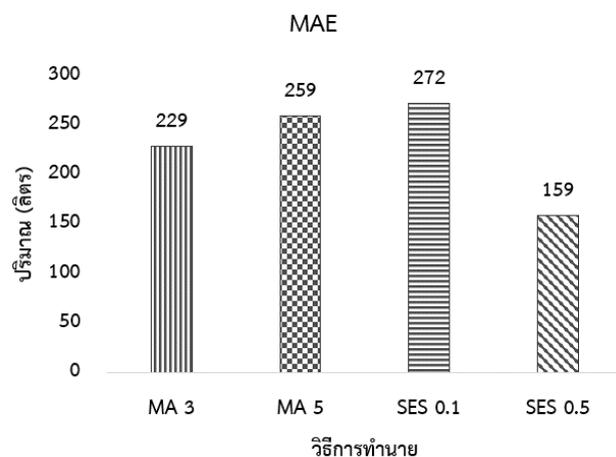
จากภาพที่ 6 แสดงปริมาณการใช้ น้ำมันเครื่องต่อเดือน เปรียบเทียบระหว่างปริมาณการใช้งานจริง (เส้นสีน้ำเงิน) กับปริมาณที่ทำนายด้วยวิธีการทำนายแบบต่าง ๆ พบว่าวิธี SES 0.5 (เส้นประสีแดง) ทำนายค่าได้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด ในภาพรวม โดยเฉพาะช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 รองลงมาคือ SES 0.1 (เส้นประสีส้ม) ที่ทำนายได้ใกล้เคียงกับค่าจริงเช่นกัน แต่มีลักษณะแล็กกิง (Lagging) ของข้อมูล หมายความว่า ค่าที่ทำนายได้จะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจริงช้ากว่า ส่วนวิธี MA ไม่สามารถทำนายได้ใกล้เคียงกับค่าจริงเท่าวิธี SES

5.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำนาย ด้วยค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ (MAPE) ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ (MAE) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (MSE) ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 7 ถึง 9

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ

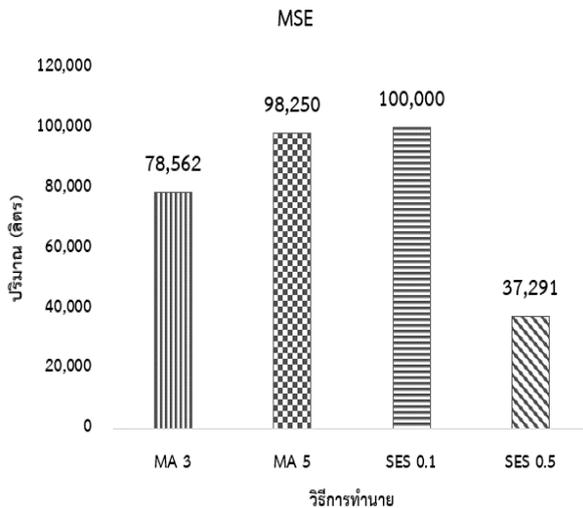
วิธีการ	MAE	MSE	MAPE
MA 3	229	78,562	7.00%
MA 5	259	98,250	7.80%
SES 0.1	272	100,000	8.20%
SES 0.5	159	37,291	4.90%

จากตารางที่ 2 เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ เรพบว่าวิธี SES 0.5 มีประสิทธิภาพสูงที่สุดโดยรวมมีค่า MAE ต่ำที่สุดที่ 159 ค่า MSE ต่ำที่สุดที่ 37,291 และค่า MAPE ต่ำที่สุดที่ 4.9 % วิธี MA 3 หรือ Moving Average 3 เดือน มีประสิทธิภาพรองลงมาเป็นอันดับสอง โดยมีค่า MAE MSE และ MAPE ที่ต่ำกว่า MA 5 และ SES 0.1 ส่วนวิธี MA 5 หรือ Moving Average 5 เดือน มีประสิทธิภาพปานกลาง มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงกว่า MA 3 แต่ต่ำกว่า SES 0.1 ในขณะที่วิธี SES 0.1 มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดในกลุ่ม โดยมีค่า MAE สูงที่สุดที่ 272 ค่า MSE สูงที่สุดที่ 100,000 และค่า MAPE สูงที่สุดที่ 8.2 %



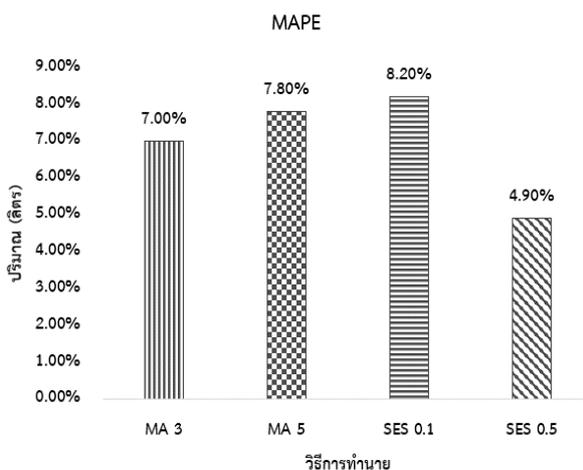
ภาพที่ 7 เปรียบเทียบค่า MAE ของแต่ละวิธี

จากภาพที่ 7 เปรียบเทียบค่า MAE ของวิธีการทำนายปริมาณน้ำ พบว่าวิธี SES ที่ใช้อัลฟา (α) 0.5 มีค่า MAE ต่ำที่สุด 159 รองลงมา คือ MA 3 มีค่าเท่ากับ 229 MA 5 มีค่าเท่ากับ 259 และ SES ที่อัลฟา (α) เท่ากับ 0.1 มีค่าเท่ากับ 272 ตามลำดับ



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบค่า MSE ของแต่ละวิธี

ภาพที่ 8 เปรียบเทียบค่า MSE ของวิธีการทำนายปริมาณน้ำ พบว่าวิธี SES ที่อัลฟา (α) 0.5 มีค่า MSE ต่ำที่สุด 37,291 รองลงมา คือ MA 3 มีค่าเท่ากับ 78,562 MA 5 มีค่าเท่ากับ 98,250 และ SES ที่อัลฟา (α) 0.1 มีค่าเท่ากับ 100,000 ตามลำดับ



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบค่า MAPE ของแต่ละวิธี

ภาพที่ 9 เปรียบเทียบค่า MAPE ของวิธีการทำนายพบว่าวิธี SES ที่อัลฟา (α) 0.5 มีค่า MAPE ต่ำที่สุด 4.90 % รองลงมา คือ SES ที่ใช้ค่า alpha เท่ากับ 0.1 มีค่าเท่ากับ 8.20% MA 5 มีค่าเท่ากับ 7.80 % และ MA 3 มีค่าเท่ากับ 7.00 % ตามลำดับ

จากภาพที่ 7 ถึง 9 แสดงให้เห็นแนวโน้มที่สอดคล้องกันระหว่างค่า MAE MSE และ MAPE สำหรับแต่ละวิธีการพยากรณ์ กล่าวคือ เมื่อค่าหนึ่งมีค่าต่ำ ค่าอื่น ๆ ก็มักจะมียุ่ค่าต่ำด้วย ในทำนองเดียวกัน เมื่อค่าหนึ่งสูง ค่าอื่น ๆ ก็มีแนวโน้มที่จะสูงตามไปด้วย

6. สรุปและอภิปรายผล

ผลการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการทำนายปริมาณความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยใช้ข้อมูลรายเดือนจากศูนย์บริการกรณีศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2564 แสดงให้เห็นว่าวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (SES) ที่ค่าอัลฟา (α) 0.5 ให้ผลการทำนายที่มีความแม่นยำสูงที่สุด เมื่อพิจารณาจากค่า MAE และ MSE ที่ต่ำที่สุด ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับหลักการของ SES ที่ค่าอัลฟา (α) ที่สูงขึ้นจะให้ความสำคัญกับข้อมูลล่าสุดมากขึ้น ซึ่งในกรณีนี้ ข้อมูลความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องอาจมีความผันผวนในระยะสั้นค่าอัลฟา (α) 0.5 จึงสามารถปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ดีกว่าค่าอัลฟา (α) ที่ต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม การเลือกค่าอัลฟา (α) ที่เหมาะสมใน SES นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล จากผลลัพธ์ที่ SES ที่ค่าอัลฟา (α) 0.1 ให้ผลลัพธ์ความแม่นยำต่ำที่สุด เนื่องจากค่าอัลฟา (α) ที่ต่ำเกินไปทำให้ไม่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Karmaker [10] และ Salim [11] ที่ทดลองทำนายโดยใช้ SES ด้วยค่าอัลฟา (α) ที่แตกต่างกัน และพบว่าค่าอัลฟา (α) ที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูล โดยใน

งานวิจัยของ Karmaker [10] พบว่าค่าอัลฟา (α) ที่เหมาะสมคือ 0.14 สำหรับค่า MSE ต่ำสุด และ 0.31 สำหรับค่า MAD ต่ำสุด ในขณะที่งานวิจัยของ Salim [11] พบว่า ค่าอัลฟา (α) 0.8 ให้ผลลัพธ์ MAPE ต่ำสุด แสดงให้เห็นว่าการเลือก ค่าอัลฟา (α) ต้องพิจารณา ข้อมูลและเกณฑ์วัดประสิทธิภาพที่ใช้ สำหรับวิธีการ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) นั้น พบว่า MA ที่ช่วงเวลา 3 เดือน (MA 3) มีประสิทธิภาพดีกว่า MA ที่ช่วงเวลา 5 เดือน (MA 5) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาสั้นลงของ MA เหมาะสมกับข้อมูลที่มีความผันผวนในระยะสั้นมากกว่า เนื่องจาก MA คำนวณค่าเฉลี่ยจากช่วงเวลาที่กำหนด ช่วงเวลาที่สั้นลงจึงทำให้สามารถจับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้รวดเร็วกว่า ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rahayu [12] ที่ใช้ MA ในการทำนายยอดขายข้าวสาร และพบว่า MA สามารถทำนายยอดขายได้ในระดับที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของ MA คือ ไม่สามารถพิจารณาแนวโน้มหรือรูปแบบฤดูกาล ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการทำนาย ดังเช่นที่ Khairina และคณะ [13] พบว่า SES ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า MA ในการทำนายรายได้ภาษีน้ำบาดาล เนื่องจากข้อมูลมีความผันผวนตามฤดูกาล ถึงแม้ SES ที่ ค่าอัลฟา (α) 0.5 จะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด แต่การทำนายความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องนั้นยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ควรพิจารณาเพิ่มเติม เช่น ช่วงฤดูฝนอาจมีความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องมากขึ้น และสภาพเศรษฐกิจ เช่น ภาวะเศรษฐกิจถดถอยอาจส่งผลให้ความต้องการลดลง ดังนั้น การนำวิธีการทำนายแบบอื่น ๆ เช่น ARIMA หรือ Holt-Winters ซึ่งสามารถพิจารณาแนวโน้มและรูปแบบฤดูกาลมาใช้เปรียบเทียบกับ SES อาจช่วยเพิ่มความแม่นยำในการทำนายได้ นอกจากนี้ การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจโดยใช้ผลการทำนายจาก SES หรือวิธีการอื่น ๆ ร่วมกับข้อมูลปัจจัยภายนอก เช่น ฤดูกาล สภาพเศรษฐกิจ และข้อมูลโปรโมชั่น จะช่วยให้ศูนย์บริการสามารถวางแผนและ

บริหารจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การจัดเตรียมน้ำมันเครื่องให้เพียงพอต่อความต้องการ การจัดสรรพนักงานให้เหมาะสมกับปริมาณงาน และการวางแผนการตลาดเพื่อกระตุ้นยอดขายในช่วงเวลาที่เหมาะสม การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า SES เป็นวิธีการทำนายที่มีประสิทธิภาพสำหรับข้อมูลที่มีความผันผวน

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้จำกัดอยู่ในพื้นที่จังหวัดสงขลา ซึ่งอาจไม่สามารถเป็นตัวแทนของทั้งประเทศได้ รวมถึงการเลือกค่าอัลฟา (α) ที่เหมาะสมและการพิจารณาปัจจัยภายนอกเป็นสิ่งสำคัญ การนำวิธีการทำนายแบบอื่น ๆ มาใช้เปรียบเทียบ และการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการทำนายและประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรของศูนย์บริการได้ดียิ่งขึ้น

7. ข้อเสนอแนะการนำไปใช้งาน

7.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ศูนย์บริการกรณีศึกษาสามารถนำ SES ที่ ค่าอัลฟา (α) = 0.5 ไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ความต้องการใช้น้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ เพื่อช่วยในการวางแผนสั่งซื้อสินค้าคงคลัง บริหารจัดการสต็อกน้ำมันเครื่องให้เพียงพอต่อความต้องการ ลดปัญหาสินค้าขาดหรือสินค้าล้นคลัง อันจะนำไปสู่การลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของศูนย์บริการ

7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาเพื่อขยายผลต่อไปประโยชน์ทางสาธารณะ

ผลการวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการใช้น้ำมันเครื่องในระดับที่ใหญ่ขึ้น เช่น การบริหารจัดการสต็อกน้ำมันเครื่องให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน การวางแผนการผลิตและนำเข้าน้ำมันเครื่องให้สอดคล้องกับปริมาณการใช้ในแต่ละช่วงเวลา ช่วยป้องกันปัญหาการขาดแคลนหรือมีสต็อกล้นเกิน อันจะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมในวงกว้าง

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มธุรกิจ ที่มีความเกี่ยวข้องกับน้ำมันเครื่อง เช่น กลุ่มธุรกิจยานยนต์ อุตสาหกรรมหนัก หรือแม้แต่ธุรกิจค้าปลีกน้ำมันเครื่อง โดยสามารถนำวิธีที่เหมาะสมไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ความต้องการของลูกค้าวางแผนการสั่งซื้อสินค้าและบริหารจัดการสต็อกสินค้าให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

7.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

ได้นอกจากนี้ การนำวิธีการทำนายแบบอื่น ๆ เช่น ARIMA [13] หรือ Machine Learning [15] มาใช้เปรียบเทียบ และการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ โดยใช้ผลการทำนายร่วมกับปัจจัยภายนอก จะช่วยเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพในการวางแผนและบริหารจัดการทรัพยากรของศูนย์บริการได้ดียิ่งขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์บริการกรณีศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้วิจัยทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการศึกษานี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Sathapongpakdee, P., 2022. *Industry Outlook 2022-2024: Road Freight Transportation Service*. [Online]. Available: <https://www.krungsri.com/en/research/industry/industry-outlook/logistics/road-freight-transportation/io/road-freight-transportation-2022-2024>. Accessed 10 August 2024.
- [2] Hwang, W. and Lee, J., 2014. "A new forecasting scheme for evaluating long-term prediction performances in supply chain management," *Int Trans Operational Res.* 21(6): pp. 1045–1060.
- [3] Harly, J., Nababan, M., Bintang, L. H., Rizal, R. A., and -, A., 2023. "Comparison of Single Exponential Smoothing Method with Double Exponential Smoothing Method Prediction of Salt," *JUSIKOM PRIMA.* 6(2): pp. 1–5.
- [4] Budiarto, D. D., Miftahudin, M., and Riwurohi, J. E., 2024. "Application of Exponential Smoothing Method for Forecasting Spare Parts Inventory at Heavy Equipment Distributor Company," *Eduvest.* 4(3): pp. 959–976.
- [5] Huriati, P., Erianda, A., Alanda, A., Meidelfi, D., and Suryani, A. I., 2022. "Implementation of The Moving Average Method for Forecasting Inventory in CV. Tre Jaya Perkasa," *International Journal of Advanced Science Computing and Engineering.* 4(2): pp. 67–75.
- [6] Rachmat, R. and Suhartono, S., 2020. "Comparative analysis of single exponential smoothing and holt's method for quality of hospital services forecasting in general hospital," *Bulletin of Computer Science and Electrical Engineering.* 1(2): pp. 80–86.
- [7] Ahmar, A. S., 2020. "Forecast Error Calculation with Mean Squared Error (MSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE)," *jinav j. inf. vis.* 1(2): pp. 94–96.
- [8] Robeson, S. M. and Willmott, C. J., 2023. "Decomposition of the mean absolute error (MAE) into systematic and unsystematic components," *PLoS One.* 18(2): pp. 1–8.
- [9] Hodson, T. O., Over, T. M., and Foks, S. S., 2021. "Mean Squared Error, Deconstructed," *J Adv Model Earth Syst.* 13(12): pp. 1–10.

- [10] Karmaker, C. L., 2017. "Determination of optimum smoothing constant of single exponential smoothing method: a case study," *International Journal of Research in Industrial Engineering*. 6(3): pp. 184–192.
- [11] Marpaung, N. L., Salim, K. R., Amri, R., and Ervianto, E., 2019. "Application of Single Exponential Smoothing in Forecasting Number of New Students Acceptance," *Int. J. Technol. Eng. Stud.* 5(6): pp. 169–182.
- [12] Rahyul, A., 2016. "Forecasting sales at widodo makmur rice shop using the moving average method," M.S. thesis. Nusantara Univ., Jakarta, Indonesia.
- [13] Khairina, D. M., Muaddam, A., Maharani, S., and Rahmania, H., 2019. "Forecasting of groundwater tax revenue using single exponential smoothing method," In *Proceedings of E3S Web of Conferences*, 2019, 125, p. 23006. [Online]. Available: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/51/e3sconf_icenis2019_23006/e3sconf_icenis2019_23006.html. Accessed: 15 July 2024.
- [14] Dey, B., Roy, B., Datta, S., and Ustun, T. S., 2023. "Forecasting ethanol demand in India to meet future blending targets: A comparison of ARIMA and various regression models," *Energy Reports*. 9(1): pp. 411–418.
- [15] Chelliah, B. J., Latchoumi, T. P., and Senthilselvi, A., 2024. "Analysis of demand forecasting of agriculture using machine learning algorithm," *Environ Dev Sustain.* 26(1): pp. 1731–1747.