



Thai Science and Technology Journal

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Journal Homepage : <http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj>



การพยากรณ์ราคาขายปลีกเฉลี่ยรายเดือนของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ในเขตกรุงเทพมหานคร

Forecast of the Average Monthly Retail Price of Gasohol 95 in Bangkok

วรารังคณา เรียนสุทธิ์^{1*}, ศุภมิตร วิริยกุลโอภาส², ภูวพล จันทร์เอียด², อภิวัจน์ บุญญสุวรรณ²

¹หลักสูตรคณิตศาสตร์และการจัดการข้อมูล คณะวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

²โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช 80330

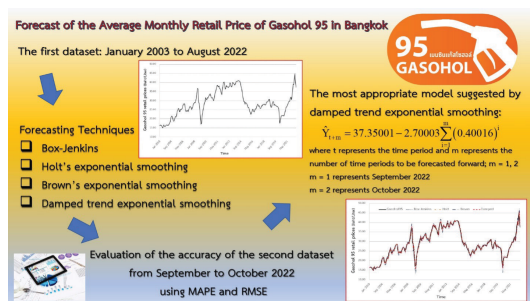
Warangkhan Riansut^{1*}, Supamit Wiriyakulopast², Poowapon Chan-aiad², Apiwat Bunyasuwan²

¹Mathematics and Data Management Program, Faculty of Science and Digital Innovation, Thaksin University, Phatthalung 93210

²Princess Chulabhorn Science High School, Nakhon Si Thammarat, Nakhon Si Thammarat 80330

Received 19 December 2022; Received in revised 19 May 2023; Accepted 3 September 2024

GRAPHICAL ABSTRACT



ABSTRACT

This research aimed to forecast the prices of gasohol 95 using the average monthly retail prices in Bangkok, obtained from the Bank of Thailand website, covering the period from January 2003 to October 2022—a total of 238 months. The time series was divided into two sets. The first 236 months (January 2003 to August 2022) were used to develop forecasting models using four statistical methods: the Box-Jenkins method, Holt's exponential smoothing method, Brown's exponential smoothing method, and the damped trend exponential smoothing method. The remaining two months (September to October 2022) were used to compare the accuracy of the models based on the lowest mean absolute percentage error (MAPE) and root mean square error (RMSE). The study found that the damped

trend exponential smoothing method was the most accurate, with an MAPE of 2.4430 and an RMSE of 0.8786. The forecast model was shown as follows:

$$\hat{Y}_{t+m} = 37.35001 - 2.70003 \sum_{i=1}^m (0.40016)^i$$

where $m = 1$ represented September 2022.

คำสำคัญ

แก๊สโซฮอล์;
การพยากรณ์;
บ็อกซ์-เจนกินส์;
การทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลัง

Keywords

Gasohol;
Forecast;
Box-Jenkins;
Exponential smoothing

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อพยากรณ์ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 โดยใช้ข้อมูลราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เฉลี่ยต่อเดือนในเขตกรุงเทพมหานคร จากเว็บไซต์ธนาคารแห่งประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึงเดือนตุลาคม 2565 จำนวน 238 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 จำนวน 236 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึงเดือนสิงหาคม 2565 ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 4 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตมปี อนุกรมเวลาชุดที่ 2 จำนวน 2 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม 2565 ใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตมปีมีความแม่นยำมากที่สุด มีค่า MAPE = 2.4430 และ RMSE = 0.8786 ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 37.35001 - 2.70003 \sum_{i=1}^m (0.40016)^i$$

เมื่อ $m = 1$ แทนเดือนกันยายน 2565

*ผู้รับผิดชอบบทความ: warang27@gmail.com

DOI: 10.14456/tstj.2025.17

1. บทนำ

แก๊สโซฮอล์ (Gasohol) คือ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำน้ำมันเบนซินพื้นฐานมาผสมกับแอลกอฮอล์ จะได้น้ำมันสูตรใหม่ เช่น แก๊สโซฮอล์ 91 แก๊สโซฮอล์ 95 แก๊สโซฮอล์ E20 และแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นต้น การศึกษานี้ให้ความสนใจกับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ซึ่งหมายถึงน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว (น้ำมันเบนซินออกเทน 95) ผสมกับเอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ในอัตราส่วนร้อยละ 10 เพื่อทดแทนสารเอ็มทีบีอี (Methyl tertiary butyl ether: MTBE) หรือสารเพิ่มออกเทน โดยยังคงคุณสมบัติในการใช้งานกับเครื่องยนต์เช่นเดียวกับน้ำมันเบนซินออกเทน 95 สีของน้ำมันจะมีสีส้ม [1, 2] ผลการศึกษาราคาขายปลีกเฉลี่ยรายเดือนของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 จากเว็บไซต์ธนาคารแห่งประเทศไทยย้อนหลังตั้งแต่ปี 2546 ถึงปัจจุบัน [3] พบว่า ราคาแก๊สโซฮอล์ 95 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นมาก จากราคาเพียงลิตรละ 16.37 บาทในเดือนมกราคม 2546 เพิ่มขึ้นเป็นลิตรละ 35.16 บาทในเดือนตุลาคม 2565 รวมถึงยังมีความผันผวนของราคาซึ่งไม่ใช่ความผันผวนที่เกิดตามฤดูกาล โดยราคาน้ำมันของแต่ละประเทศมีการกำหนดโครงสร้างราคาจากนโยบายของภาครัฐนั้น ๆ สำหรับประเทศไทยมีโครงสร้างราคาน้ำมันแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ต้นทุนเนื่อน้ำมันร้อยละ 37 (2) ค่าภาษีและกองทุนร้อยละ 51 และ (3) ค่าการตลาดร้อยละ 12 องค์ประกอบของราคาน้ำมันหน้าสถานีบริการน้ำมันในประเทศไทยประกอบด้วยต้นทุน 8 ส่วน ได้แก่ (1) ราคาขายปลีกหน้าโรงกลั่น (2) เงินเก็บเข้ากองทุนน้ำมัน (3) ภาษีสรรพสามิต (4) ภาษีเทศบาล (5) ภาษีมูลค่าเพิ่ม (6) เงินเข้ากองทุนอนุรักษ์พลังงาน (7) ค่าการตลาด และ (8) ภาษีมูลค่าเพิ่มของค่าการตลาด [4] นอกเหนือจากโครงสร้างและองค์ประกอบของราคาน้ำมัน อาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลให้ราคาน้ำมันเกิดความผันผวน เช่น โรคระบาด เงินเฟ้อ ความต้องการใช้น้ำมันเพื่อการเดินทาง และการผลิตน้ำมันในสหรัฐอเมริกา

เป็นต้น [5] การพยากรณ์ราคาน้ำมันด้วยวิธีการทางสถิติเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สำคัญ ให้ผลการทำนายที่น่าเชื่อถือสามารถนำผลการพยากรณ์ไปเป็นข้อมูลในการคาดการณ์แนวโน้มและความผันผวนของราคาน้ำมัน อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยตัดสินใจวางแผนด้านพลังงานและปริมาณการใช้น้ำมันภายในประเทศ ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมา มีการใช้กระบวนการทางสถิติในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาน้ำมันดังนี้ Keerativibool [6] ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาขายปลีกรายวันของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้ข้อมูลเวลาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคมถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2555 สร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบเดมปี ผลการศึกษพบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ ARIMA(1, 1, 1) ไม่มีพจน์ของค่าคงตัวมีความแม่นยำมากที่สุด และ Keerativibool [7] ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาขายปลีกรายวันของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้ข้อมูลเวลาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2555 ถึงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2556 สร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบเดมปี ผลการศึกษพบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์มีความแม่นยำมากที่สุด

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มีการศึกษาพยากรณ์ราคาขายปลีกรายวันของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 และแก๊สโซฮอล์ 95 โดยมีการสร้างตัวแบบพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคต อย่างไรก็ตาม ตัวแบบดังกล่าวเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นในปี 2556 จึงไม่เหมาะสำหรับการนำมาใช้งานในปัจจุบัน เนื่องจากราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 มีการปรับตัวสูงขึ้นกว่าในอดีตมาก [3] ด้วยเหตุผลดังกล่าว วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาขายปลีก

น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ในเขตกรุงเทพมหานครด้วยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมจะเป็นประโยชน์กับหน่วยงานหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและภาคเอกชนสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ทิศทางและราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ในอนาคต ตลอดจนการรับมือกับความผันผวนของราคาน้ำมันที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การพยากรณ์

2.1.1 รวบรวมอนุกรมเวลาราคายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เฉลี่ยต่อเดือน (บาท/ลิตร) จากเว็บไซต์ธนาคารแห่งประเทศไทย [3] ตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึงเดือนตุลาคม 2565 จำนวน 238 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึงเดือนสิงหาคม 2565 จำนวน 236 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยโปรแกรม SPSS version 17 ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม 2565 จำนวน 2 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) และเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root mean square error: RMSE) ที่ต่ำที่สุด โดยสาเหตุที่ผู้วิจัยแบ่งข้อมูลชุดที่ 2 ไว้เพียง 2 เดือนเนื่องจากในการทดลองวิเคราะห์ข้อมูลครั้งแรกได้เก็บข้อมูลชุดที่ 2 ไว้จำนวน 10 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2565 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากอนุกรมเวลาชุดที่ 1 จำนวน 228 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึงเดือนธันวาคม 2564 มีค่า MAPE และ RMSE เหมาะสม มีค่า MAPE ประมาณร้อยละ 3.12 - 3.58 และค่า RMSE ประมาณ 1.15 - 1.35 บาท/ลิตร แต่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 ไม่ดีเท่าที่ควร มีค่า MAPE สูงถึงร้อยละ 30.18 และค่า RMSE สูงถึง 12.50 บาท/ลิตร ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดย MAPE ควรมีค่าไม่เกินร้อยละ 15 และ RMSE ควรมีค่า

ต่ำ ๆ เนื่องจาก RMSE คือ ค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์ที่มีหน่วยเดียวกับอนุกรมเวลา เช่น RMSE = 12.50 หมายความว่า ตัวแบบมีความผิดพลาดในการพยากรณ์ราคาน้ำมัน 12.50 บาท/ลิตร จัดว่าเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่ไม่มีความแม่นยำ [8] สำหรับความผิดพลาดในการพยากรณ์ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ชุดที่ 2 จำนวน 10 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2565 ที่มีค่าสูง อาจเกิดจากราคาน้ำมันมีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและมีความผันผวนสูงมาก โดยเฉพาะในเดือนเมษายน ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เฉลี่ยจาก 38.80 บาท/ลิตร ปรับเพิ่มขึ้นเป็น 42.10 และ 44.78 บาท/ลิตร ในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน ตามลำดับ

2.1.2 ตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลาราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ชุดที่ 1 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis's One-Way Analysis of Variance by Rank) โดยการตรวจสอบแนวโน้มจะเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวจำแนกข้อมูลเป็นรายปี เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาแต่ละปีมีค่ามัธยฐานแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าพบความแตกต่างจะสรุปว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้ม แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็นแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง ต้องพิจารณาเพิ่มเติมจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา ขณะที่การตรวจสอบอิทธิพลของฤดูกาลจะเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวจำแนกข้อมูลที่กำจัดแนวโน้มออกแล้ว) เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาแต่ละเดือนมีค่ามัธยฐานแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าพบความแตกต่างจะสรุปว่าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล ถ้าผลการตรวจสอบพบว่า อนุกรมเวลามีเฉพาะแนวโน้ม วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบอาร์มา (ตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่) หรือตัวแบบ ARIMA (Autoregressive integrated moving average model) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของไฮลด์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์

อนุกรมเวลามีเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และอนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบซาริมา (ตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเคลื่อนที่เชิงฤดูกาล) หรือตัวแบบ SARIMA (Seasonal autoregressive integrated moving average model) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม [8, 11]

2.1.3 ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยโปรแกรม SPSS version 17 แสดงดังนี้

2.1.3.1 ใช้คำสั่ง Analyze → Forecasting → Create Models...

2.1.3.2 ใน Tab variables นำตัวแปรราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ใส่ในช่อง Dependent variables: และเลือกวิธีที่จะสร้างตัวแบบพยากรณ์ในช่อง Method: โดยเลือกระหว่าง Exponential smoothing (การทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลัง) หรือ ARIMA (บ็อกซ์-เจนกินส์) จากนั้นระบุ Criteria... การศึกษาเลือก Method: เป็น Exponential smoothing และระบุ Criteria... เป็น Holt's linear trend คือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ Brown's linear trend คือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ Damped trend คือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรัมป์ และเลือก Method: เป็น ARIMA ระบุ Criteria... เป็นตัวแบบเริ่มต้น ในส่วน Nonseasonal หมายถึง ค่า p, d, q และในส่วน Seasonal หมายถึง ค่า P, D, Q โดยที่ค่าของ p และ q คือ จำนวนแท่งสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แท่งแรก ๆ ที่มีค่าเกินจากขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (Partial autocorrelation function: PACF) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (Autocorrelation function: ACF) ตามลำดับ สำหรับค่า d คือ ลำดับที่ของ

การหาผลต่างเพื่อกำจัดแนวโน้ม และค่าของ P และ Q คือ จำนวนแท่งสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามฤดูกาลที่มีค่าเกินจากขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของกราฟ PACF และกราฟ ACF ตามลำดับ สำหรับค่า D คือ ลำดับที่ของการหาผลต่างฤดูกาลเพื่อกำจัดความผันแปรตามฤดูกาล

2.1.3.3 ใน Tab statistics เลือก Parameter estimates เพื่อเก็บค่าประมาณพารามิเตอร์

2.1.3.4 ใน Tab save ระบุที่อยู่ที่จะบันทึกค่าประมาณพารามิเตอร์ในช่อง Export model file

2.1.3.5 ใน Tab options ระบุเวลาสุดท้ายที่ต้องการให้โปรแกรมพยากรณ์ไปถึงในช่อง Forecast period และเลือก First case after end of estimation period through a specified date สำหรับการศึกษานี้ คือ Year 2023 และ Month 12 (ธันวาคม 2566)

2.2 การตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์

ข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์ คือ อนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมิรโนฟ: Kolmogorov-smirnov test) เป็นอิสระกัน (ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบรันส์: Runs test) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที: T-test) และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวินภายใต้การใช้มัธยฐาน: Levene's test based on median) หากพบว่าข้อสมมุติข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริงจะสรุปว่าตัวแบบพยากรณ์ไม่เหมาะสม และไม่ควรรนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

2.3 การเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

เปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยการเปรียบเทียบราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ของอนุกรมเวลาชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม 2565 จำนวน 2 ค่า ($n_2 = 2$) กับค่าพยากรณ์เพื่อคำนวณค่า MAPE และ RMSE ตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำ

มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด สูตร MAPE และ RMSE แสดงดังนี้ [10, 11]

$$\text{MAPE} = \frac{100}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| \quad \text{และ} \quad \text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} e_t^2}$$

เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t และ $\hat{Y}_t$ แทนอนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ตามลำดับ

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลการพยากรณ์

จากการตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล 95 ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึงเดือนสิงหาคม 2565 จำนวน 236 เดือน พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($\chi^2 = 202.282, p < 0.0001$) แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล ($\chi^2 = 2.835, p = 0.993$) (Figure 1) ดังนั้นกำจัดแนวโน้มด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 ($d = 1$) ได้อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงสร้างกราฟ ACF และ PACF (Figure 2) เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ พบว่ากราฟ ACF มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของแท่งที่ 1, 5 และ 6 เกินขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กำหนดให้ $q = 3$ และจากกราฟ PACF มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนของแท่งที่ 1, 2 และ 5 เกินขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กำหนดให้ $p = 3$ จะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้เริ่มต้น คือ ตัวแบบ ARIMA(3, 1, 3) ผลการคัดเลือกตัวแบบให้เหลือเฉพาะพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ตัวแบบ ARIMA(0, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว เมื่อแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จาก

โปรแกรม SPSS จะได้ตัวแบบพยากรณ์ของแต่ละวิธีการพยากรณ์ (Table 1) โดยมีความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในตารางดังนี้

$\hat{Y}_t$ และ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล 95 ณ เวลา t และเวลา $t + m$ ตามลำดับ โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

e_t แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t โดยมีการแจกแจงปกติ เป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ($e_t = Y_t - \hat{Y}_t$)

$\hat{\mu} = \hat{\mu}_p(B)$ แทนค่าคงตัว (Constant) โดยที่ $\hat{\mu}$ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary)

$\hat{\phi}_p(B) = 1 - \hat{\phi}_1 B - \hat{\phi}_2 B^2 - \dots - \hat{\phi}_p B^p$ แทนตัวดำเนินการถดถอยในตัวเองลำดับที่ p กรณีไม่มีฤดูกาล (Non-seasonal autoregressive operator of order p : AR(p))

$\hat{\theta}_q(B) = 1 - \hat{\theta}_1 B - \hat{\theta}_2 B^2 - \dots - \hat{\theta}_q B^q$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q กรณีไม่มีฤดูกาล (Non-seasonal moving average operator of order q : MA(q))

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 โดยที่ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล 95 ชุดที่ 1 ($n_1 = 236$)

d แทนลำดับที่ของการหาผลต่างเพื่อกำจัดแนวโน้ม ณ ที่นี้ $d = 1$

B^j แทนตัวดำเนินการถดถอยหลัง (Backward operator) ไป j ช่วงเวลา นั่นคือ $B^j Y_t = Y_{t-j}$

a_t และ b_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงระยะตัดแกน Y และความชันของแนวโน้ม ตามลำดับ

α , γ และ ϕ แทนค่าคงตัวการทำให้เรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$, $0 < \gamma < 1$ และ $0 < \phi < 1$

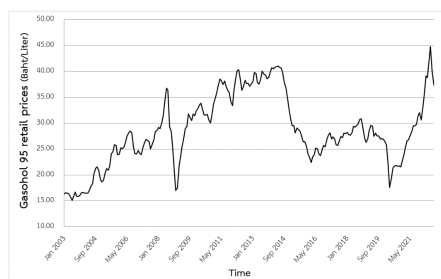


Figure 1 Run plot of the gasohol 95 retail prices from January 2003 to August 2022

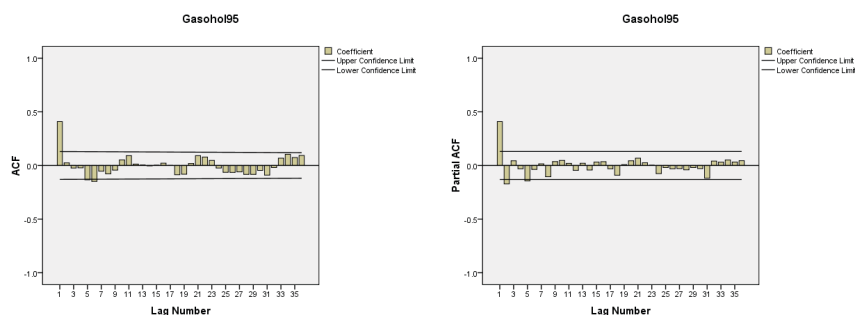


Figure 2 ACF and PACF of the first difference (d = 1) of the gasohol 95 retail prices

Table 1 Forecast modeling results

No.	Forecasting Methods	Forecast Models	
1	Box-Jenkins	$\text{ARIMA}(p, d, q)$ $\hat{\phi}_p(B)(1-B)^d \hat{Y}_t = \hat{\delta} + \hat{\theta}_q(B)e_t$	$\text{ARIMA}(p, d, q)$ $\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.45255e_{t-1}$
2	Holt's	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m)$ where $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$	$\hat{Y}_{t+m} = 37.35005 + 0.05513(m)$
3	Brown's	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \left[(m-1) + \frac{1}{\alpha} \right]$ where $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)a_{t-1}$, $b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1-\alpha)b_{t-1}$	$\hat{Y}_{t+m} = 37.96166 - 2.73784 \left[(m-1) + \frac{1}{0.82207} \right]$
4	Damped	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \phi^i$ where $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1}$	$\hat{Y}_{t+m} = 37.35001 - 2.70003 \sum_{i=1}^m (0.40016)^i$

where Y_{t-1} represents the time series at time $t-1$, e_{t-1} represents the error at time $t-1$ and $m=1$ represents September 2022.

3.2 ผลการตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์

เมื่อนำราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึงเดือนสิงหาคม 2565 จำนวน 236 เดือน เปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากสมการพยากรณ์ใน Table 1 โดยการคำนวณค่าคลาดเคลื่อนพบว่า ค่าคลาดเคลื่อนของทุกวิธีการพยากรณ์มีการกระจายตัวอย่างเป็นอิสระรอบค่าศูนย์ (Figure 3 - 6) และผลการตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์พบว่า ตัวแบบที่สร้างขึ้นจากวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแคมป์มีข้อสมมุติเป็นจริงทุกข้อที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ อนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ เป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา แต่วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์มีอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงปกติและไม่เป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p = 0.026$ และ $p < 0.0001$ ตามลำดับ) นั่นคือ ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ไม่เหมาะสมและไม่ควรนำไปใช้ในการพยากรณ์ (Table 2) ดังนั้นการศึกษานี้จะไม่นำวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ไปเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2

3.3 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

เมื่อใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้น (Table 1) สำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึงเดือนสิงหาคม 2565 จำนวน 236 เดือน พบว่า ทุกวิธีการพยากรณ์ที่ศึกษาให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมาก (Figure 7) และเมื่อใช้พยากรณ์ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ชุดที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 1 กันยายนถึงเดือนตุลาคม 2565 จำนวน 2 เดือน พบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแคมป์ให้ค่าพยากรณ์สูงกว่าข้อมูลจริงเล็กน้อย ประมาณ 0.68 - 2.02 บาท/ลิตร ขณะที่

ที่วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ให้ค่าพยากรณ์ต่ำกว่าข้อมูลจริงเล็กน้อย ประมาณ 0.60 - 3.27 บาท/ลิตร เมื่อเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับข้อมูลจริงโดยการคำนวณค่า MAPE และ RMSE พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแคมป์มีความแม่นยำมากที่สุด โดยมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ร้อยละ 2.44 (MAPE = 2.4430) หรือมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ 0.88 บาท/ลิตร (RMSE = 0.8786) (Table 3) ซึ่งความผิดพลาดในการพยากรณ์อาจเกิดจากหลาย ๆ ปัจจัย เช่น ความเหมาะสมของวิธีการพยากรณ์ หรือความผันผวนของราคาน้ำมัน เป็นต้น

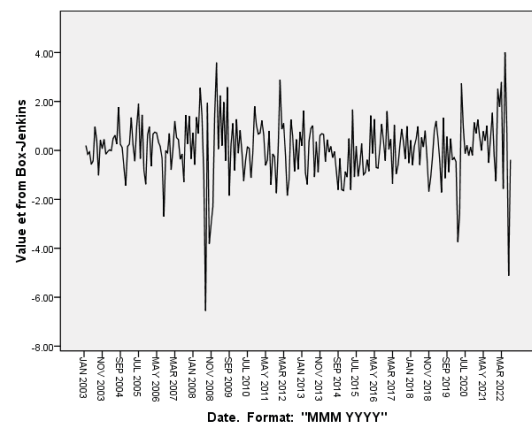


Figure 3 Errors from Box-Jenkins method

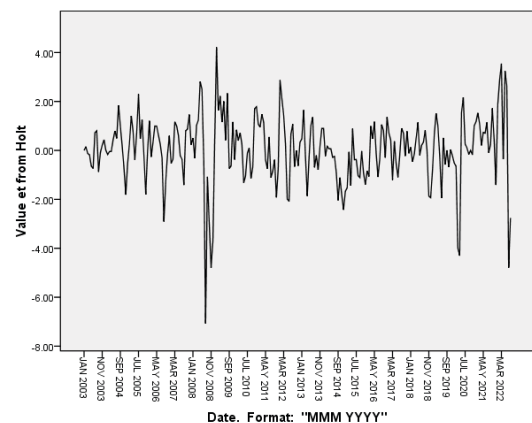


Figure 4 Errors from Holt's exponential smoothing method

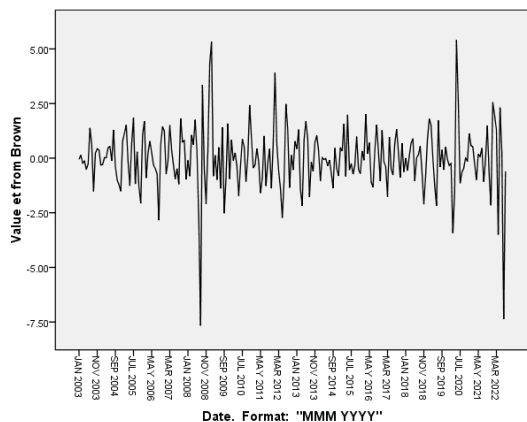


Figure 5 Errors from Brown's exponential smoothing method

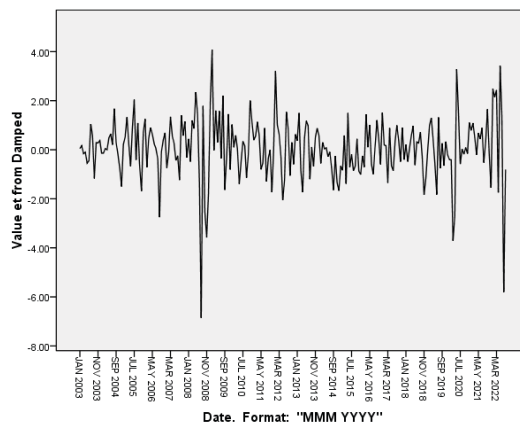


Figure 6 Errors from the damped trend exponential smoothing method

Table 2 Result of the verification of assumptions of the forecasting model

No.	Methods	KS Test	p	Runs Test	p	t-Test	p	Levene Statistic	p
1	Box-Jenkins	1.065	0.207	0.196	0.844	0.743	0.458	0.452	0.931
2	Holt	1.474	0.026*	-4.697	< 0.0001*	0.404	0.687	0.496	0.905
3	Brown	1.189	0.119	0.261	0.794	-0.187	0.851	0.828	0.612
4	Damped	1.337	0.056	-1.305	0.192	0.590	0.556	0.604	0.825

* Significant at the 0.05 level

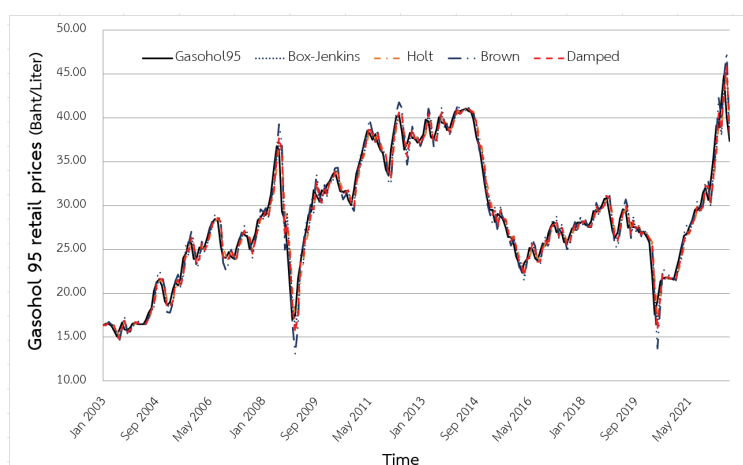


Figure 7 Comparison of the first dataset of the gasohol 95 retail price with forecast values

Table 3 MAPE and RMSE of the second dataset of Gasohol 95 retail prices

Time	Gasohol 95 retail prices (Baht/Liter)	Forecast value (Baht/Liter)		
		Box-Jenkins	Brown's	Damped
September 2022	35.23	37.18	34.63	36.27
October 2022	35.16	37.18	31.89	35.84
MAPE		5.6401	5.5017	2.4430
RMSE		1.9853	2.3508	0.8786

ผลการศึกษาไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Keerativibool [6] ที่พบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ ARIMA(1, 1, 1) ไม่มีพจน์ของค่าคงตัวมีความแม่นยำมากที่สุด และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Keerativibool [7] ที่พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์มีความแม่นยำมากที่สุด อาจเนื่องมาจากการศึกษาราคาน้ำมันคนละประเภทกับการศึกษาของ Keerativibool [6] และเป็นการศึกษานุกรมเวลาราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ที่เป็นปัจจุบันมากกว่าการศึกษาของ Keerativibool [7]

4. สรุป

การศึกษานี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ด้วยวิธีการทางสถิติ 4 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาราคาขายปลีกของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เฉลี่ยต่อเดือนจากเว็บไซต์ธนาคารแห่งประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึงเดือนตุลาคม 2565 จำนวน 238 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึงเดือนสิงหาคม 2565 จำนวน 236 เดือน ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ และชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม 2565 จำนวน 2 เดือน ใช้ในการเปรียบเทียบ

ความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบพยากรณ์จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์มีความแม่นยำมากที่สุด ซึ่งมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ร้อยละ 2.44 หรือมีความผิดพลาดในการพยากรณ์ 0.88 บาท/ลิตร และเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่มีข้อสมมุติเป็นจริง มีตัวแบบดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 37.35001 - 2.70003 \sum_{i=1}^m (0.40016)^i$$

เมื่อ $m = 1$ แทนเดือนกันยายน 2565

เมื่อใช้วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ในการพยากรณ์ราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2565 ถึงเดือนธันวาคม 2566 จำนวน 14 เดือน แล้วเปรียบเทียบกับวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ โดยการคำนวณค่า MAPE และ RMSE เฉพาะตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2565 ถึงเดือนมีนาคม 2566 จำนวน 5 เดือน เนื่องจากมีราคาน้ำมันที่เกิดขึ้นจริง [3] พบว่า ตัวแบบพยากรณ์จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ยังคงมีความแม่นยำมากที่สุด ซึ่งมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ร้อยละ 1.22 หรือมีความผิดพลาดในการพยากรณ์ 0.56 บาท/ลิตร สำหรับผลการพยากรณ์ของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์พบว่า ค่าพยากรณ์ราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 มีค่าเท่ากันหมด คือ 37.18 บาท/ลิตร เนื่องจากตัวแบบพยากรณ์ คือ $\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.45255e_{t-1}$ เมื่อต้องการ

คำนวณค่าพยากรณ์ของเดือนกันยายน 2565 จะมีการใช้ค่าคลาดเคลื่อนของเดือนสิงหาคม 2565 จึงได้ $\hat{Y}_{237} = Y_{236} + 0.45255e_{236} = 37.35 + 0.45255(-0.38) = 37.18$ แต่เมื่อต้องการคำนวณค่าพยากรณ์ของเดือนตุลาคม 2565 เป็นต้นไป จะมีการใช้ค่าคลาดเคลื่อนของเดือนกันยายน 2565 เป็นต้นไป โปรแกรม SPSS จะกำหนดให้ค่าคลาดเคลื่อนตั้งแต่เดือนกันยายน 2565 เป็นต้นไป

เท่ากับ 0 เนื่องจากไม่มีราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ชุดที่ 2 ขณะที่ผลการพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากความชันมีค่าลดลงประมาณ 2.74 จึงทำให้ค่าพยากรณ์ไม่น่าเชื่อถือ กล่าวคือ ราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ไม่น่าจะลดลงเฉลี่ยเดือนละ 2.74 บาท/ลิตร (Table 4)

Table 4 Forecast values of gasohol 95 retail prices (Baht/Liter)

Times	Gasohol 95 retail prices	Forecast values		
		Box-Jenkins	Brown	from Damped
November 2022	35.78	37.18	29.16	35.66
December 2022	34.57	37.18	26.42	35.60
January 2023	35.54	37.18	23.68	35.57
February 2023	36.09	37.18	20.94	35.56
March 2023	36.00	37.18	18.20	35.55
April 2023	-	37.18	15.47	35.55
May 2023	-	37.18	12.73	35.55
June 2023	-	37.18	9.99	35.55
July 2023	-	37.18	7.25	35.55
August 2023	-	37.18	4.51	35.55
September 2023	-	37.18	1.78	35.55
October 2023	-	37.18	-0.96	35.55
November 2023	-	37.18	-3.70	35.55
December 2023	-	37.18	-6.44	35.55
MAPE		4.4750	33.3742	<u>1.2236</u>
RMSE		2.0953	12.6275	<u>0.5585</u>

- Time series data have not yet appeared (update on 16/5/2023).

5. References

- [1] Ministry of Energy, Energy Vocabulary to Know, Available Source: http://www.eppo.go.th/Energy_Dict/G.htm, December 9, 2022. (in Thai)
- [2] Yukon, 91/95 Alternately Add Oil. What's Wrong? Available Source: <https://www.yukonlubricants.com/what-wrong-with-filling-up-with-oil/>, December 9, 2022. (in Thai)
- [3] Bank of Thailand, Prices of Major Industrial Commodities. Available Source: https://www.bot.or.th/App/BTWS_STAT/statistics/ReportPage.aspx?reportID=90&language=th, December 8, 2022. (in Thai)
- [4] RYT9, In 2022 Why is the World Oil Price Dropping? Thailand's Not Decreasing? Available Source: <https://www.ryt9.com/s/prg/3307823>, December 9, 2022. (in Thai)
- [5] Investing.com, 6 Factors Causing Crude Oil Prices to Fluctuate Throughout 2021. Available Source: <https://th.investing.com/analysis/article-200438822>, December 9, 2022. (in Thai)
- [6] Keerativibool, W., 2013, Forecasting model for the retail prices of gasohol 91 in Bangkok and peripheral areas, Thaksin Univ. J, 16: 1-10. (in Thai)
- [7] Keerativibool, W., 2013, Forecasting model for the retail prices of gasohol 95 in Bangkok and peripheral areas, KMUTT Res. Dev. J, 36(4): 423-438. (in Thai)
- [8] Box, G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C. and Ljung, G.M., 2015, Time Series Analysis: Forecasting and Control, 5th Ed., Prentice Hall, New Jersey, 712 p.
- [9] Bowerman, B.L. and O'Connell, R.T., 2000, Forecasting and Time Series: An Applied Approach, 3rd Ed., Duxbury Press, California, 726 p.
- [10] Ket-iam, S., 2003, Forecasting Technique, 2nd Ed., Thaksin University, Songkhla, 295 p. (in Thai)
- [11] Manmin, M., 2006, Time Series and Forecasting, Foreprinting, Bangkok, 448 p. (in Thai)