

การเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ
ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน
วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

COMPARISON OF FORECASTING TECHNIQUES FOR
THE QUANTITY OF CRUDE PALM OIL PRODUCTION USING
HOLT-WINTERS METHOD WITH DIFFERENT INITIAL VALUES,
BAGGING HOLT-WINTERS METHOD AND BOX-JENKINS METHOD



วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2566

KMITL-2023-SC-M-050-064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARISON OF FORECASTING TECHNIQUES FOR
THE QUANTITY OF CRUDE PALM OIL PRODUCTION USING
HOLT-WINTERS METHOD WITH DIFFERENT INITIAL VALUES,
BAGGING HOLT-WINTERS METHOD AND BOX-JENKINS METHOD



ARIN BOONWAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE
DEGREE OF MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN APPLIED STATISTICS
DEPARTMENT OF STATISTICS SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2023

KMITL-2023-SC-M-050-064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์
ชื่อนักศึกษา	นายอริญชัย บุญวรรณ
รหัสประจำตัว	64605124
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการพยากรณ์ของวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยใช้จำนวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 ของประเทศไทย รวมระยะเวลา 156 เดือน ซึ่งมีทั้งแนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดย ธนาคารแห่งประเทศไทย แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ และใช้เกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ต่ำที่สุดในการเลือกตัวแบบ ส่วนที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 เพื่อวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ผลการวิจัยพบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด และค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ ดังนั้น วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ โดยมีค่า MAPE เป็น 13.49 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : การพยากรณ์อนุกรมเวลา วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ วิธีโฮลท์-วินเทอร์ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ปาล์มน้ำมัน

Thesis Title	Comparison of Forecasting Techniques for the Quantity of Crude Palm Oil Production using Holt-Winters Method with Different Initial Values, Bagging Holt-Winters Method and Box-Jenkins Method
Student Name	Mr. Arin Boonwan
Student ID	64605124
Degree	Master of Science (Applied Statistics)
Department	Statistics
Year	2023
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Somsri Banditvilai

Abstract

The purpose of this research was to compare the predictions of the Holt-Winters method with different initial values, the Bagging Holt-Winters and the Box-Jenkins method by using the monthly crude palm oil production in Thailand from January 2010 to December 2022, a total of 156 months, which showed both a linear trend and a seasonal variation. The data were collected by the Bank of Thailand and divided into 2 sets. The first set from January 2010 to December 2021 was used to create a forecasting models and the minimum Root Mean Square Error (RMSE) was employed for model selection. The second set from January 2022 to December 2022 was used to compute the accuracy of forecasting models by using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results showed that the Box-Jenkins method gained the lowest RMSE value, and the residuals from the forecasting model were normally distributed. Therefore, the Box-Jenkins was the most appropriate method for forecasting crude palm oil and gained MAPE 13.49 %

Keywords : Time Series Forecasting, Bagging Holt-Winters Method, Holt-Winters Method, Box-Jenkins Method, Crude Palm Oil

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ความช่วยเหลืออย่างเต็มที่และทุ่มเทให้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนติดตามผลของการดำเนินงานทุกขั้นตอน ตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขข้อผิดพลาดในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล และ รองศาสตราจารย์ ดร.อชฌา อระวีพร ผู้ซึ่งเป็นประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจในการศึกษาต่อไป และ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัย กราบขอภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นายอริญชัย บุญวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1.1 อนุกรมเวลาและส่วนประกอบ.....	4
2.1.2 วิธีแยกส่วนประกอบ.....	5
2.1.3 วิธีโฮลท์-วินเทอร์.....	6
2.1.3.1 วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก.....	6
2.1.3.2 วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ.....	7
2.1.4 การสุ่มตัวอย่างแบบบุตสแทรกซ์.....	8
2.1.5 วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์.....	8
2.1.5.1 แบกกิง.....	8
2.1.5.2 วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์.....	9
2.1.6 วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	10
2.1.7 เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม.....	17
2.1.8 เกณฑ์การทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์.....	17
2.1.9 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์.....	19
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	22
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย(ต่อ)	
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น.....	22
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	23
3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน..	23
3.3.1.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นของวิธีโฮลท์-วินเทอร์.....	24
3.3.1.2 การสร้างตัวแบบพยากรณ์.....	26
3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์.....	26
3.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	30
3.4 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์.....	31
3.5 การวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์.....	32
3.6 สรุปและอภิปรายผล.....	32
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	33
4.1 ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์.....	33
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์.....	33
4.1.1.1 กำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ.....	33
4.1.1.2 กำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ.....	35
4.1.2 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์.....	36
4.1.2.1 กำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1....	37
4.1.2.2 กำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3....	38
4.1.2.3 กำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4....	40
4.1.3 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	41
4.2 การวัดประสิทธิภาพตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์.....	46
4.2.1 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1.....	46
4.2.2 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ โดยใช้ข้อมูล 6 ปี.....	48
4.2.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 4 (k=4).....	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล (ต่อ)	
4.2.4 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 6 ($k=6$).....	52
4.2.5 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	54
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	56
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	56
5.2 อภิปรายผล.....	57
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	57
บรรณานุกรม.....	58
ภาคผนวก.....	60
ภาคผนวก ก.....	61
ภาคผนวก ข.....	62
ประวัติผู้เขียน.....	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ค่า RMSE จากตัวแบบพยากรณ์ ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม ที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ.....	33
4.2 ค่า RMSE จากตัวแบบพยากรณ์ ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ.....	35
4.3 ค่า RMSE จากตัวแบบพยากรณ์ ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วย วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม รูปแบบที่ 1.....	37
4.4 ค่า RMSE จากตัวแบบพยากรณ์ ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วย วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม รูปแบบที่ 3.....	38
4.5 ค่า RMSE จากตัวแบบพยากรณ์ ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วย วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม รูปแบบที่ 4.....	40
4.6 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ไม่มีพจน์ค่าคงที่.....	43
4.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ไม่มีพจน์ค่าคงที่.....	44
4.8 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1 สำหรับปริมาณผลผลิต น้ำมันปาล์มดิบตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565.....	46
4.9 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ โดยใช้ข้อมูล 6 ปี สำหรับปริมาณผลผลิต น้ำมันปาล์มดิบตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565.....	48
4.10 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 4 ($k=4$) สำหรับปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565.....	50

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 6 ($k=6$) สำหรับปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565.....	52
4.12 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ สำหรับปริมาณ ผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565.....	54
5.1 ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมและค่า MAPE จากตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม.....	56
ก.1 อนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ ตั้งแต่เดือนมกราคมพ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565.....	61

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 อนุกรมเวลาและส่วนประกอบของอนุกรมเวลา.....	5
2.2 ขั้นตอนการทำงานของวิธีแบกกิง.....	9
3.1 ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของประเทศไทยรายเดือน ระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564.....	23
3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 2-9 ช่วงเวลา ($k=2, 3, 4, \dots, 9$).....	28
3.3 การสุ่มตัวอย่างบูตสแตรป์ของค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธี Moving Block Bootstrap (MBB) เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$).....	29
4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1.....	34
4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 6 ปี ($T=6$).....	36
4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 4 ($k=4$).....	39
4.4 ค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 6 ($k=6$).....	41
4.5 คอเรลโลแกรม ACF ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ($L=12$).....	42
4.6 คอเรลโลแกรม PACF ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ($L=12$).....	42
4.7 ค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบ ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1) ₁₂ ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย.....	45
4.8 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1 ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ.....	47
4.9 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบ คูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ โดยใช้ข้อมูล 6 ปี ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ.....	49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วย ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน เป็น 4 ($k=4$) ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ.....	51
4.11 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วย ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน เป็น 6 ($k=6$) ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ.....	53
4.12 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ จากวิธีบ็อกซ์ เจนกินส์ ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ.....	55



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการพยากรณ์เป็นสิ่งสำคัญโดยการพยากรณ์คือการคาดการณ์โดยศึกษาจากข้อมูลในอดีต ซึ่งในหลายธุรกิจและองค์กรต่างใช้เครื่องมือและระบบซอฟต์แวร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากที่เก็บรวบรวมมาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน จากนั้นซอฟต์แวร์จะคาดการณ์ความต้องการและแนวโน้มในอนาคต เพื่อช่วยให้การตัดสินใจในธุรกิจและองค์กร ตัดสินใจในด้านต่าง ๆ และดำเนินการได้มีประสิทธิภาพ โดยการพยากรณ์มีความเกี่ยวข้องกับหลายด้าน เช่น การพยากรณ์อากาศ การวางแผนทางด้านเศรษฐกิจ ทางด้านการแพทย์ ดาว สงวนรังสีริกุล และคณะ (2558) ได้ศึกษาหาตัวแบบพยากรณ์ของประชากรที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ 5 วิธี ประกอบด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีสัดส่วนกับแนวโน้ม และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์ จากการศึกษาพบว่าพยากรณ์ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดกับอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นแนวโน้มและฤดูกาล ส่วนการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาล บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และเสาวภา ชัยพิทักษ์ (2561) ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงของประเทศไทย ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ 3 วิธี ประกอบด้วยวิธีแยกส่วนประกอบวิธีไฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมพิจารณาจากรากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จากการศึกษาพบว่าตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดเป็นวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ รังสิมา อ่อนลมุลและสมศรี บัณฑิตวิไล (2566) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบการพยากรณ์ระหว่างวิธีไฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิงไฮลท์-วินเทอร์ในการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารสนามบินนานาชาติภูเก็ตและสนามบินนานาชาติแม่ฟ้าหลวง เชียงราย จากการศึกษาพบว่า วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของอนุกรมเวลาทั้ง 2 ชุด คือ วิธีแบกกิงไฮลท์-วินเทอร์

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบโดยน้ำมันปาล์มดิบเป็นผลิตภัณฑ์ที่สกัดได้จากการบีบเนื้อปาล์มซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลแดง น้ำมันปาล์มดิบถือเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมหลายประเภท (บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน), 2560) โดยทั่วไปการใช้ประโยชน์ของน้ำมันปาล์มดิบแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การใช้เพื่ออุปโภคบริโภค เช่น ขนมขบเคี้ยว บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป นมข้นหวาน และเนยเทียม การใช้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานทดแทน เช่น น้ำมันดีเซล B7 น้ำมันดีเซล B10 และน้ำมันดีเซล B20 เป็นต้น การผลิตน้ำมันปาล์มดิบของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ นอกจากนี้ยุทธศาสตร์ปฏิรูปปาล์มน้ำมัน ระยะ 20 ปี (พ.ศ.2559-2579) ได้ส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและห่วงโซ่อุปทานทั้งระบบการสนับสนุนพลังงานทดแทนโดยใช้น้ำมันปาล์มเป็นส่วนผสม ด้วยเหตุผลนี้ จึงเป็นที่น่าสนใจของเกษตรกร และด้วยการกำหนดยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมจึงจำเป็นต้องมีเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับรัฐบาลไทยหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจและจัดทำแผนกลยุทธ์ในการจัดการกับน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย (คำรณ และคณะ, 2564)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ได้แก่ วิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยใช้เกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) เป็นเกณฑ์การคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมและค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) เป็นเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์
- 2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธี แบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยใช้อนุกรมเวลารายเดือนปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ เป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) มีหน่วยเป็น ตัน ซึ่งถูกเก็บรวบรวมโดยธนาคารแห่งประเทศไทย ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 รวม 144 เดือน (12 ปี) และแบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ส่วน โดย ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2564 ใช้ในการสร้างตัวแบบและคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม และส่วนที่ 2 ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์

วิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน มีการกำหนดค่าเริ่มต้น 2 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 การใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ในการกำหนดค่าเริ่มต้น โดยกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม (Trend) ที่แตกต่างกัน 5 แบบ และวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบ เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ 2-9 ปี ($T=2,3,4,\dots,9$) ในการกำหนดค่าเริ่มต้น รวม 8 รูปแบบ

การสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนแบบใส่คืนเพื่อสร้างตัวอย่างบูตสแตรป์ในวิธีแบกิงโฮลท์-วินเทอร์ ใช้วิธี Moving Block Bootstrap (MBB) ที่มีการกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 2-9 ช่วงเวลา ($k= 2,3,4,\dots,9$) และการหาค่าพยากรณ์สุดท้ายเพียงชุดเดียวในแต่ละขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน k นั้นจะใช้การรวมกันด้วยค่ามัธยฐาน

การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำที่สุด และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ต้องมีการแจกแจงปกติ ในขณะที่การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์นั้น ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทราบถึงประสิทธิภาพการพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีแบกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์
- 2) เพื่อให้ได้ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย
- 3) สามารถนำค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทยไปใช้ในการวิเคราะห์และวางแผนสำหรับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนในอนาคตได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบการพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยใช้ข้อมูลปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในการศึกษา ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 อนุกรมเวลาและส่วนประกอบ

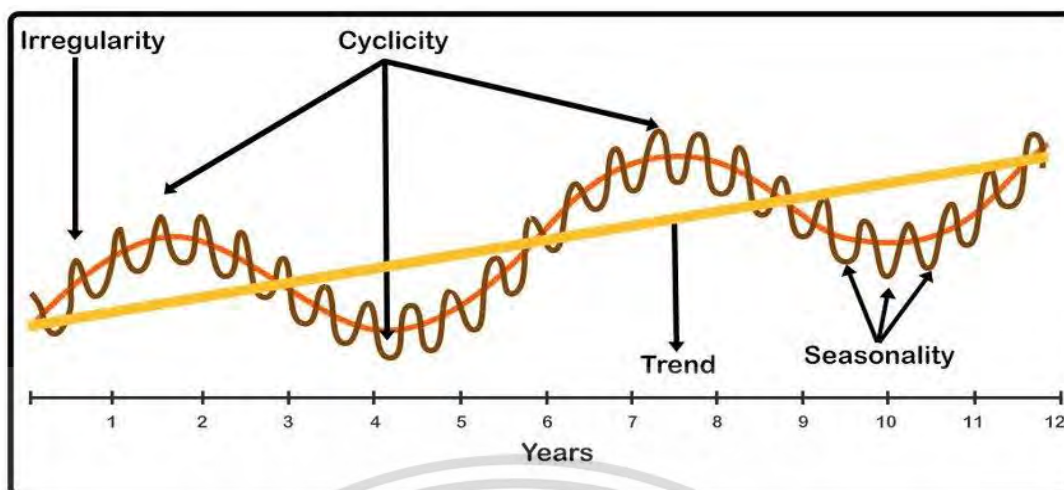
อนุกรมเวลา คือ ค่าสังเกตหรือค่าจริง (Y_t) จำนวนหลายค่าที่เก็บรวบรวมในแต่ละช่วงเวลาอย่างต่อเนื่องและมีความสัมพันธ์กับเวลา โดยค่าสังเกตจะถูกเก็บรวบรวม ณ ช่วงเวลาต่างๆ เช่น รายวัน รายเดือน รายไตรมาส หรือรายปี โดยทั่วไปอนุกรมเวลาประกอบด้วย 4 ส่วน (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2539) แสดงดังรูปที่ 2.1

1. แนวโน้ม (Trend : T_t) คือ การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาวโดยแนวโน้มอาจจะเป็นขาขึ้นหรือขาลงก็ได้

2. ฤดูกาล (Seasonal : S_t) คือ การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่เกิดขึ้นซ้ำไปซ้ำมาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายคลึงกันในช่วงเวลาเดียวกันของปี อนุกรมที่มีฤดูกาลจะเป็นข้อมูลรายเดือน รายไตรมาส ที่มีการเก็บข้อมูลอย่างน้อย 2 ปีขึ้นไป

3. วัฏจักร (Cyclical : C_t) คือ การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่เกิดขึ้นซ้ำไปซ้ำมาในช่วงระยะที่ยาวนานกว่าฤดูกาล โดยในวัฏจักรหนึ่งจะครอบคลุมระยะเวลานานหลายปี

4. เหตุการณ์ผิดปกติ (Irregular : I_t) คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากปัจจัยอื่นๆนอกเหนือจากแนวโน้ม ฤดูกาลและวัฏจักร



รูปที่ 2.1 อนุกรมเวลาและส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

ที่มา : https://researchgate.net/publication/344658764_Time_Series_Analysis_of_Gold_Price_Using_R

2.1.2 วิธีแยกส่วนประกอบ

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีแยกส่วนประกอบเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่เน้นการแยกแต่ละส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกจากกัน เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยส่วนประกอบของอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลต่อค่าพยากรณ์ คือ แนวโน้ม ฤดูกาล เหตุการณ์ผิดปกติ และในส่วนของวัฏจักรจะไม่นิยมนำมาพิจารณาเนื่องจากข้อมูลส่วนใหญ่ไม่มีมากพอที่จะพบวัฏจักร โดยอนุกรมเวลารายเดือนที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีเพียงองค์ประกอบของแนวโน้ม ฤดูกาลและเหตุการณ์ผิดปกติ ซึ่งจะใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยมีขั้นตอนดังนี้ (รังสิมา อ่อนลมุล, 2564)

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณดัชนีฤดูกาล

1.1 หาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบกึ่งกลาง 12 เดือน (12 months Center Moving Average)

1.2 คำนวณดัชนีฤดูกาล

- กรณีรูปแบบบวก

นำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบกึ่งกลาง 12 เดือน หักออกจากค่าสังเกต (Y_t) เพื่อขจัดแนวโน้ม จากนั้นนำไปหาค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาล แล้วนำค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตที่ขจัดแนวโน้มแล้ว ไปหักออกจากค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาลเพื่อหาดัชนีฤดูกาลแต่ละฤดูกาล โดยผลรวมของดัชนีฤดูกาลต้องเท่ากับ 0

- กรณีรูปแบบคูณ

นำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบกึ่งกลาง 12 เดือน หาค่าสังเกต (Y_t) เพื่อขจัดแนวโน้ม จากนั้นนำไปหาค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาล แล้วนำค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตที่ขจัดแนวโน้มแล้ว ไปหารค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาลเพื่อหาดัชนีฤดูกาลแต่ละฤดูกาล โดยผลรวมของดัชนีฤดูกาลต้องเท่ากับ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณแนวโน้ม

- กรณีสรูปแบบบวก

นำดัชนีฤดูกาล แต่ละฤดูกาลไปหักออกจากค่าสังเกต (Y_t) เพื่อขจัดดัชนีฤดูกาล จากนั้น คำนวณแนวโน้มเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method)

- กรณีสรูปแบบคูณ

นำดัชนีฤดูกาล แต่ละฤดูกาลไปหารค่าสังเกต (Y_t) เพื่อขจัดดัชนีฤดูกาล จากนั้น คำนวณแนวโน้มเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method)

ขั้นตอนที่ 3 ปรับค่าดัชนีฤดูกาล

- กรณีสรูปแบบบวก

หากผลรวมของดัชนีฤดูกาลต้องไม่เท่ากับ 0 จะทำการปรับค่าดัชนีฤดูกาลโดยการนำ ค่าเฉลี่ยของดัชนีฤดูกาลเดิมมาหักออกจากดัชนีฤดูกาลแต่ละฤดูกาล

- กรณีสรูปแบบคูณ

หากผลรวมของดัชนีฤดูกาลต้องไม่เท่ากับ 12 จะทำการปรับค่าดัชนีฤดูกาลโดยการนำ ค่าเฉลี่ยของดัชนีฤดูกาลเดิมมาหารดัชนีฤดูกาลแต่ละฤดูกาล

2.1.3 วิธีโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)

วิธีโฮลท์-วินเทอร์ (Holt, 2004) เป็นหนึ่งในวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและเหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มี แนวโน้มเส้นตรงและฤดูกาล โดยจะมีพารามิเตอร์ปรับน้ำหนัก 3 ค่า ได้แก่ แอลฟา (α) สำหรับ องค์ประกอบระดับ (Level) บีตา (β) สำหรับองค์ประกอบแนวโน้ม (Trend) และแกมมา (γ) สำหรับองค์ประกอบฤดูกาล (Seasonal) ซึ่งพารามิเตอร์ทั้ง 3 ต้องมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ซึ่งวิธีโฮลท์-วินเทอร์มีทั้งในรูปแบบบวก (Additive Model) และรูปแบบคูณ (Multiplicative Model)

2.1.3.1 วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก (Additive Holt-Winters Method)

สมการปรับค่าของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกขององค์ประกอบระดับ แนวโน้ม และฤดูกาล แสดงดังสมการที่ (2.1), (2.2) และ (2.3) ตามลำดับ

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.1)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.2)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-m} \quad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อ Y_t คือ ค่าสังเกต ณ หน่วยเวลา t
 L_t คือ ค่าประมาณองค์ประกอบระดับ ณ หน่วยเวลา t
 b_t คือ ค่าประมาณองค์ประกอบแนวโน้ม ณ หน่วยเวลา t
 S_t คือ ค่าประมาณองค์ประกอบฤดูกาล ณ หน่วยเวลา t
 m คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี
 α, β, γ คือ พารามิเตอร์ปรับน้ำหนักขององค์ประกอบระดับ แนวโน้มและฤดูกาล
ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1

สมการพยากรณ์ของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก แสดงดังสมการที่ (2.4)

$$\hat{Y}_{t+p} = (L_t + pb_t) + S_{t-m+p} \quad (2.4)$$

- เมื่อ L_t คือ ค่าประมาณองค์ประกอบระดับ ณ หน่วยเวลา t
 b_t คือ ค่าประมาณองค์ประกอบแนวโน้ม ณ หน่วยเวลา t
 p คือ หน่วยเวลาการพยากรณ์ล่วงหน้า p หน่วยเวลา
 \hat{Y}_{t+p} คือ ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า ณ หน่วยเวลา $t+p$
 S_{t-m+p} คือ ค่าประมาณองค์ประกอบฤดูกาล ณ หน่วยเวลา $t+p$

2.1.3.2 วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ (Multiplicative Holt-Winters Method)

สมการปรับค่าของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณขององค์ประกอบระดับ แนวโน้ม และฤดูกาล
แสดงดังสมการที่ (2.5), (2.6) และ (2.7) ตามลำดับ

$$L_t = \alpha \left(\frac{Y_t}{S_{t-m}} \right) + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.5)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1} \quad (2.6)$$

$$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1-\gamma)S_{t-m} \quad (2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	Y_t	คือ ค่าสังเกต ณ หน่วยเวลา t
	L_t	คือ ค่าประมาณองค์ประกอบระดับ ณ หน่วยเวลา t
	b_t	คือ ค่าประมาณองค์ประกอบแนวโน้ม ณ หน่วยเวลา t
	S_t	คือ ค่าประมาณองค์ประกอบฤดูกาล ณ หน่วยเวลา t
	m	คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี
	α, β, γ	คือ พารามิเตอร์ปรับน้ำหนักขององค์ประกอบระดับ แนวโน้มและฤดูกาลตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1

สมการพยากรณ์ของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ แสดงดังสมการที่ (2.8)

$$\hat{Y}_{t+p} = (L_t + pb_t) \times S_{t-m+p} \quad (2.8)$$

เมื่อ	L_t	คือ ค่าประมาณองค์ประกอบระดับ ณ หน่วยเวลา t
	b_t	คือ ค่าประมาณองค์ประกอบแนวโน้ม ณ หน่วยเวลา t
	p	คือ หน่วยเวลาการพยากรณ์ล่วงหน้า p หน่วยเวลา
	\hat{Y}_{t+p}	คือ ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า ณ หน่วยเวลา $t+p$
	S_{t-m+p}	คือ ค่าประมาณองค์ประกอบฤดูกาล ณ หน่วยเวลา $t+p$

2.1.4 การสุ่มตัวอย่างแบบบูตสแตรป์ (Bootstrap Sample)

การสุ่มตัวอย่างบูตสแตรป์ถูกนำเสนอโดย Efron (1979) ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างจากประชากรแบบใส่คืน (Sampling with Replacement) จึงทำให้ได้หน่วยตัวอย่างบางหน่วยที่ซ้ำกัน ในขณะที่บางหน่วยตัวอย่างอาจไม่ถูกสุ่ม เนื่องจากหน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยมีโอกาสที่จะถูกสุ่มเท่าๆ กันทำให้แต่ละหน่วยตัวอย่างมีความอิสระต่อกัน ประกอบกับการสุ่มตัวอย่างด้วยจำนวนครั้งที่มาก จะทำให้การแจกแจงของตัวอย่าง (Sampling Distribution) มีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และสามารถลดความแปรปรวน (Variance) ของตัวอย่างได้ โดยไม่เพิ่มขนาดความคลาดเคลื่อน (Bias) (Hastei et al., 2009)

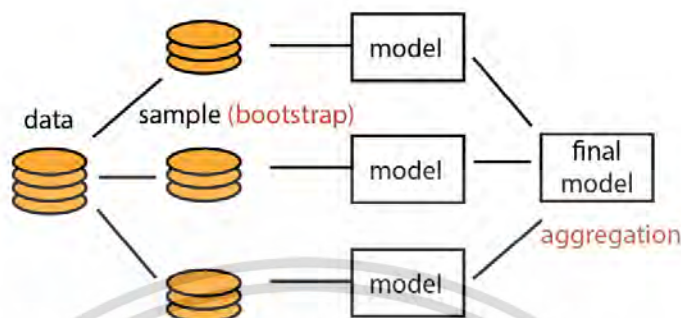
2.1.5 วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ (Bagging Holt-Winters Method)

2.1.5.1 แบกกิง

แบกกิง (Bagging, Bootstrap Aggregation) เป็นเทคนิคที่ถูกนำเสนอโดย Breiman (1996) ซึ่งเป็นหนึ่งใน Ensemble Learning ที่จะใช้ในการหาค่าตอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ที่เหนือกว่าขั้นตอนวิธีหรือตัวแบบเพียงแบบเดียว โดยเทคนิคแบกกิ่งประกอบด้วย การสุ่มตัวอย่างแบบบูตสแตรป์ (Bootstrap) และการรวมกัน (Aggregation) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการทำงานของวิธีแบกกิ่ง

ที่มา : <https://tupleblog.github.io/bagging-boosting/>

2.1.5.2 วิธีแบกกิ่งโฮลท์-วินเทอร์

วิธีแบกกิ่งโฮลท์-วินเทอร์ เป็นการนำเทคนิคแบกกิ่งมาประยุกต์ใช้กับวิธีโฮลท์-วินเทอร์ โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล 4 ขั้นตอน (Dantas et al., 2017) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การแยกส่วนประกอบ (Decomposition)

ขั้นตอนการแยกส่วนประกอบ เป็นขั้นตอนการแยกอนุกรมเวลาออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ แนวโน้ม (Trend: T_t) ฤดูกาล (Seasonal: S_t) และค่าความคลาดเคลื่อน (Residual: e_t) ในงานวิจัยนี้ข้อมูลที่นำมาศึกษาไม่ยาวนานพอที่จะเห็นวัฏจักร (Cyclical: C_t) จึงตัดวัฏจักรทิ้ง โดยไม่มีการพิจารณาและใช้วิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการแยกส่วนประกอบ

ขั้นตอนที่ 2 การจำลองแบบ (Simulation)

ขั้นตอนการจำลองแบบ เป็นขั้นตอนการนำเศษเหลือที่ได้จากการแยกส่วนประกอบโดยวิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในขั้นตอนที่ 1 มาสร้างตัวอย่างบูตสแตรป์ (Bootstrap Sample) ของค่าความคลาดเคลื่อนจำนวนมาก เช่น 100 ชุด โดยใช้การสุ่มตัวอย่างบูตสแตรป์หรือการสุ่มตัวอย่างแบบใส่คืน แล้วจึงนำตัวอย่างบูตสแตรป์ของเศษเหลือแต่ละชุด กลับไปรวมกับแนวโน้มและฤดูกาลที่แยกส่วนประกอบไว้ เพื่อสร้างอนุกรมเวลาใหม่ (New Time Series) จำนวนมาก

ขั้นตอนที่ 3 การพยากรณ์ (Forecasting)

ขั้นตอนการพยากรณ์ เป็นขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ จากอนุกรมเวลาใหม่ทุกชุดที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เพื่อหาค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลาใหม่แต่ละชุด

ขั้นตอนที่ 4 การรวมกัน (Aggregation)

ขั้นตอนการรวมกัน เป็นขั้นตอนการหาค่าพยากรณ์สุดท้ายเพียงชุดเดียว จากค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลาใหม่ทุกชุดที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 โดยใช้การรวมกัน เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Mean) ซึ่งขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของค่าพยากรณ์ โดยนิยมใช้การรวมกันด้วยค่ามัธยฐานซึ่งค่ามัธยฐานเป็นค่ากลางที่ใช้ได้ดีแม้ข้อมูลมีค่าผิดปกติ (Outliers)

2.1.6 วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ค่าอนาคตที่พัฒนาโดยนักสถิติผู้มีชื่อเสียงสองท่านคือ Geroge E.P. Box และ Gwilym M. Jenkins โดยได้เสนอไว้ในหนังสือชื่อ Time Series Analysis : Forecasting and Control ที่เริ่มออกวางจำหน่ายในปี ค.ศ. 1970 วิธีนี้เป็นอีกวิธีหนึ่งที่เหมาะสมจะนำไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลจริง เนื่องจากรูปแบบของข้อมูลธุรกิจและเศรษฐกิจโดยมากจะเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่มักให้ค่าพยากรณ์ที่มีค่าความถูกต้องสูงกว่าวิธีอื่นในการพยากรณ์ระยะสั้น แต่จะเป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยากในการวิเคราะห์ และมีเงื่อนไขในการวิเคราะห์คือ อนุกรมเวลานั้นต้องมีความคงที่ (Stationary) นั่นคือมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่สำหรับแต่ละหน่วยเวลา t

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ แบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary series) เป็นอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่มีค่าเฉลี่ย $E(Y_t)$ และค่าความแปรปรวน $V(Y_t)$ มีค่าคงที่สำหรับแต่ละหน่วยเวลา t นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ lag k ขึ้นอยู่กับค่า k เพียงอย่างเดียว โดยอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีจะสามารถกำหนดตัวแบบได้เป็น $ARMA(p, q)$

2. อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (Nonstationary series) เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่มีความสมบัติเป็นสเตชันนารีจะหาตัวแบบ $ARMA(p, q)$ ไม่ได้ จึงต้องทำการแปลงอนุกรมเวลาเดิมให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่เป็นสเตชันนารี โดยจะทำได้ด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

2.1) หาผลต่าง (Regular Differencing) ของอนุกรมเวลา นั่นคือ ถ้าอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ มีแนวโน้ม จะต้องแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่มีแนวโน้ม $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \nabla^d Y_t$ และ d เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่าง เมื่อ $d=1$ $Z_t = Y_t - Y_{t-1}$

2.2) หาผลต่างฤดูกาล (Seasonal Differencing) ของอนุกรมเวลา ถ้าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \nabla_L^D Y_t$ และ D เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่างฤดูกาล และ L เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี สำหรับอนุกรมเวลารายเดือน ($L=12$) เมื่อ $D=1$ $Z_t = Y_t - Y_{t-12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) หาผลต่างและหาผลต่างฤดูกาล กรณีอนุกรมเวลามีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่มีแนวโน้มและฤดูกาล $\{Z_t\}$ โดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลควบคู่กัน โดย $Z_t = \nabla^d \nabla_L^D Y_t$ โดย d เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่าง D เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่างฤดูกาล และ L เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี เมื่อ $d=1$ $D=1$ $Z_t = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} + Y_{t-13}$

2.4) การหาลอการิทึมของค่าสังเกตในอนุกรมเวลา คือแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ ซึ่ง $Z_t = \log Y_t$ การแปลงนี้จะทำเมื่อความผันแปรของอนุกรมเวลาไม่คงที่ นั่นคือ $V(Y_t)$ ไม่คงที่สำหรับค่า t ต่างๆ

ขั้นตอนในการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

1) การกำหนดตัวแบบ (Identification)

เป็นการกำหนดตัวแบบ $ARMA(p, q)$ ที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลาโดยพิจารณาเปรียบเทียบค่า r_k และ r_{kk} ของอนุกรมเวลากับค่า ρ_k และ ρ_{kk} ของแต่ละตัวแบบ เนื่องจากต้องพิจารณา r_k, r_{kk}, ρ_k และ ρ_{kk} พร้อมกันหลายค่า จึงจะพิจารณาจากคอเรโลแกรม (Correlogram) ที่ได้จากการพล็อตกราฟของ r_k, r_{kk}, ρ_k และ ρ_{kk} กับ k ดังนั้นการพิจารณาเปรียบเทียบจะเป็น การเปรียบเทียบคอเรโลแกรมของ r_k กับ ρ_k และคอเรโลแกรมของ r_{kk} และ ρ_{kk} สำหรับแต่ละรูปแบบมีคอเรโลแกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} ต่างกัน อนุกรมเวลาที่นำมากำหนดตัวแบบจะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีเท่านั้น หากไม่เป็นสเตชันนารีจะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อน

ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์สำหรับอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีมีดังต่อไปนี้

ก. ตัวแบบ $AR(p)$ แสดงดังสมการที่ (2.9)

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.9)$$

เมื่อ Y_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ หน่วยเวลา t
 θ_0 คือ ค่าคงที่
 ϕ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเอง ตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, p$
 ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ หน่วยเวลา t ซึ่ง ε_t มีการแจกแจงแบบปรกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_{\varepsilon_t}^2$ และเป็นอิสระต่อกัน

p คือ อันดับที่ของการถดถอยในตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ตัวแบบ $MA(q)$ แสดงดังสมการที่ (2.10)

$$Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.10)$$

เมื่อ Y_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ หน่วยเวลา t
 θ_0 คือ ค่าคงที่ของพารามิเตอร์
 θ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, q$
 ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ หน่วยเวลา t ซึ่ง ε_t มีการแจกแจงแบบปรกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_{\varepsilon_t}^2$ และเป็นอิสระต่อกัน
 q คือ อันดับของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

ค. ตัวแบบ $ARMA(p, q)$ แสดงดังสมการที่ (2.11)

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (2.11)$$

เมื่อ Y_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ หน่วยเวลา t
 θ_0 คือ ค่าคงที่
 ϕ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเอง ตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, p$
 θ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, q$
 ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ หน่วยเวลา t ซึ่ง ε_t มีการแจกแจงแบบปรกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_{\varepsilon_t}^2$ และเป็นอิสระต่อกัน
 p คือ อันดับของการถดถอยในตัวเอง
 q คือ อันดับของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

ง. ตัวแบบ $ARIMA(p, d, q)$ แสดงดังสมการที่ (2.12)

$$Z_t = \theta_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (2.12)$$

เมื่อ Y_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ หน่วยเวลา t โดยที่ $Z_t = \nabla^d Y_t$
 θ_0 คือ ค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ϕ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเอง ตัวที่ i โดยที่ $i=1,2,\dots,p$
- θ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ตัวที่ i โดยที่ $i=1,2,\dots,q$
- ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ หน่วยเวลา t ซึ่ง ε_t มีการแจกแจงแบบปรกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_{\varepsilon_t}^2$ และเป็นอิสระต่อกัน
- p คือ อันดับที่ของการถดถอยในตัวเอง
- d คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่างเพื่อแปลงอนุกรมเวลาที่ไม่เสถียรเนื่องจากมีแนวโน้มให้เป็นอนุกรมเวลาที่เสถียร
- q คือ อันดับที่ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

จ. ตัวแบบ $SARIMA(P,D,Q)_L$ แสดงดังสมการที่ (2.13)

$$Z_t = \theta_0 + \Phi_{1L}Z_{t-L} + \dots + \Phi_{PL}Z_{t-PL} - \Theta_{1L}\varepsilon_{t-L} - \dots - \Theta_{QL}\varepsilon_{t-QL} + \varepsilon_t \quad (2.13)$$

- เมื่อ Y_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ หน่วยเวลา t โดยที่ $Z_t = \nabla_L^D Y_t$
- θ_0 คือ ค่าคงที่
- Φ_{iL} คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองในส่วนฤดูกาล ตัวที่ i โดยที่ $i=1,2,\dots,P$
- Θ_{iL} คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในส่วนฤดูกาล ตัวที่ i โดยที่ $i=1,2,\dots,Q$
- ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ หน่วยเวลา t ซึ่ง ε_t มีการแจกแจงแบบปรกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_{\varepsilon_t}^2$ และเป็นอิสระต่อกัน
- P คือ อันดับที่ของการถดถอยในตัวเองในส่วนฤดูกาล
- D คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่างฤดูกาลเพื่อแปลงอนุกรมเวลาที่ไม่เสถียรเนื่องจากมีฤดูกาล ให้เป็นอนุกรมเวลาที่เสถียร
- Q คือ อันดับที่ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในส่วนฤดูกาล
- L คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

ฉ. ตัวแบบ $ARIMA(p, d, q) \times SARIMA(P, D, Q)_L$ แสดงดังสมการที่ (2.14)

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^L)Z_t = \theta_0 + \theta_q(B)\Theta_q(B^L)\varepsilon_t \quad (2.14)$$

โดยที่

$$\begin{aligned} \phi_p(B) &= (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) \\ \Phi_p(B^L) &= (1 - \Phi_{1L} B^L - \Phi_{2L} B^{2L} - \dots - \Phi_{pL} B^{pL}) \\ \theta_q(B) &= (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \\ \Theta_q(B^L) &= (1 - \Theta_{1L} B^L - \Theta_{2L} B^{2L} - \dots - \Theta_{qL} B^{qL}) \end{aligned}$$

- เมื่อ Y_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ หน่วยเวลา t
โดยที่ $Z_t = (1 - B^L)^D (1 - B)^d Y_t$
- B คือ ค่า Backward shift operator
- θ_0 คือ ค่าคงที่
- ϕ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเอง ตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, p$
- Φ_{iL} คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองในส่วนฤดูกาล ตัวที่ i
โดยที่ $i = 1, 2, \dots, P$
- θ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, q$
- Θ_{iL} คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในส่วนฤดูกาล ตัวที่ i
โดยที่ $i = 1, 2, \dots, Q$
- ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ หน่วยเวลา t ซึ่ง ε_t มีการแจกแจงแบบปรกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_{\varepsilon_t}^2$ และเป็นอิสระต่อกัน
- p คือ อันดับที่ของการถดถอยในตัวเอง
- P คือ อันดับที่ของการถดถอยในตัวเองในฤดูกาล
- d คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่างเพื่อแปลงอนุกรมเวลาที่ไม่เสถียรเนื่องจากมีแนวโน้มให้เป็นอนุกรมเวลาที่เสถียร
- D คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่างฤดูกาลเพื่อแปลงอนุกรมเวลาที่ไม่เสถียรเนื่องจากมีฤดูกาลให้เป็นอนุกรมเวลาที่เสถียร
- q คือ อันดับที่ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
- Q คือ อันดับที่ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในฤดูกาล
- L คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Estimation)

เป็นขั้นตอนการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีอยู่ในตัวแบบอนุกรมเวลา ซึ่งมีวิธีการค่อนข้างซับซ้อน โดยวิธีการส่วนมากที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ วิธีการประมาณแบบง่าย (Simple) วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least square) และวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood) อย่างไรก็ตามวิธีหลังเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด สำหรับวิธีการประมาณแบบง่าย ค่าประมาณของพารามิเตอร์เป็นคำตอบที่ได้จากสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ρ_k กับพารามิเตอร์ในตัวแบบ สำหรับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ค่าประมาณของพารามิเตอร์จะเป็นค่าคงที่ ซึ่งทำให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (SSE) มีค่าต่ำที่สุด ส่วนวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด ค่าประมาณของพารามิเตอร์จะเป็นค่าที่ทำให้ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นมีค่าสูงสุด ซึ่งหาไม่ได้จากการแก้สมการ ดังนั้นในทางปฏิบัติจะใช้หลักการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical analysis) และคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ ซึ่งการประมาณจะเริ่มจากการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับพารามิเตอร์ แล้วทำการคำนวณหลายๆรอบจนกว่าจะได้ค่าประมาณที่คงที่และให้ค่า SSE ที่ต่ำที่สุด ซึ่งจะนำค่าประมาณของพารามิเตอร์นี้ไปสร้างสมการพยากรณ์

3) การตรวจสอบตัวแบบ (Diagnostic Checking)

หากกำหนดตัวแบบและประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบซึ่งตัวแบบที่กำหนดอาจจะไม่ใช้รูปแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา เนื่องจากคอเรลโลแกรมของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของตัวอย่าง ไม่สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของประชากร ซึ่งวิธีการตรวจสอบส่วนใหญ่จะใช้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (e_t) ที่เป็นผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์มาเป็นหลักในการพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งในงานวิจัยนี้มีการพิจารณา 2 วิธี นั่นคือ

- ก. พิจารณาว่าค่าของพารามิเตอร์ในตัวแบบมีค่าเป็น 0 หรือไม่ เมื่อ $\theta, \hat{\theta}$ และ $S_{\hat{\theta}}$ เป็นค่าพารามิเตอร์ ค่าประมาณ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณตามลำดับ

การทดสอบสมมติฐาน

1. กำหนดสมมติฐาน

$$H_0 : \theta = 0$$

$$H_1 : \theta \neq 0$$

2. ตัวสถิติทดสอบ

$$Z = \frac{\hat{\theta}}{S_{\hat{\theta}}}$$

เมื่อ $\hat{\theta}$ คือ ค่าประมาณ

$S_{\hat{\theta}}$ คือ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณ $\hat{\theta}$

จะปฏิเสธ H_0 ก็ต่อเมื่อ $|Z| \geq Z_{\alpha/2}$ ที่ระดับนัยสำคัญ α

ข. พิจารณาว่า $\rho_k(e_t)$ สำหรับ $k=1,2,3, \dots, m$ มีค่าเท่ากับ 0 หรือไม่ จะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่อยู่ห่างกัน $1,2,3, \dots, m$ ช่วงเวลานั้นเป็นอิสระกันหรือไม่

การทดสอบสมมติฐาน

$$H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \rho_3(e_t) = \dots = \rho_m(e_t) = 0$$

H_1 : มีอย่างน้อยหนึ่งค่า $\rho_k(e_t)$ ที่ไม่เท่ากับ 0 เมื่อ k มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง m

2. ตัวสถิติทดสอบ

Box-Ljung (Modified Box-Pierce)

$$Q_m = n(n+2) \sum_{k=1}^m \left(\frac{r_k^2(e_t)}{n-k} \right)$$

เมื่อ $r_k(e_t)$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ห่างกัน k ค่า

n คือ ขนาดของอนุกรมเวลา $\{e_t\}$

m คือ ช่วงเวลาห่างสูงสุดของ e_t ในอนุกรมเวลา $\{e_t\}$ ที่นำมาพิจารณา

a คือ จำนวนค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดในตัวแบบ ซึ่งรวมถึง θ_0 ด้วย

มีบริเวณวิกฤติเป็น $Q_m \geq \chi_{\alpha, m-a}^2$

ในกรณีที่ปฏิเสธ H_0 ก็ต่อเมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ มีสหสัมพันธ์ในตัวเองระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนอย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ มีสหสัมพันธ์ในตัวเองระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนอย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ มีสหสัมพันธ์ในตัวเองระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนอย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่อยู่ห่างกัน k ค่า หรือค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน หรือสรุปได้ว่าตัวแบบที่กำหนดให้กับอนุกรมเวลานั้นยังไม่เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

4) การพยากรณ์ (Forecasting)

เมื่อได้ตัวแบบที่ทำการทดสอบแล้วว่าเหมาะสม ก็จะใช้ตัวแบบนั้นเพื่อการพยากรณ์ค่าในอนาคต ซึ่งการพยากรณ์มี 2 แบบ คือ การพยากรณ์แบบจุด (Point Forecast) และการพยากรณ์แบบช่วง (Interval Forecast) โดยการพยากรณ์ล่วงหน้าก็ช่วงเวลาก็ได้ แต่โดยปกติจะไม่นิยมพยากรณ์ล่วงหน้าในช่วงเวลาไกลมากนัก เพราะจะทำให้ได้ค่าพยากรณ์ที่แตกต่างจากค่าสังเกตมาก ดังนั้นเมื่อได้ค่าสังเกต ณ ช่วงเวลาถัดไปแล้ว ควรนำค่าดังกล่าวไปทำการปรับสมการพยากรณ์ใหม่ เพื่อหาค่าพยากรณ์ที่ใกล้กับค่าสังเกตมากขึ้น

2.1.7 เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม

การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ซึ่งในงานวิจัยนี้ต้องการค่าความคลาดเคลื่อนขนาดเล็ก จึงเลือกใช้เกณฑ์รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) โดยตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมต้องให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด แสดงดังสมการที่ (2.15)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (2.15)$$

เมื่อ n คือ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมด
 Y_t คือ ค่าสังเกต ณ หน่วยเวลา t
 \hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ หน่วยเวลา t

2.1.8 เกณฑ์การทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์

การทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ นอกจากจะคัดเลือกด้วยเกณฑ์รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ดังสมการที่ (2.15) แล้ว อีกทั้งต้องทดสอบด้วยว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติหรือไม่ เนื่องจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ มักจะเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่าพยากรณ์ถูกต้องและแม่นยำ

การทดสอบสมมติฐาน

1. กำหนดสมมติฐาน

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ

2. ตัวสถิติทดสอบ

$$AD = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(2i-1) \{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{n-i+1})] \}] \quad (2.16)$$

เมื่อ $F_x(x_i)$ คือ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative probability function)
 x_i คือ ข้อมูลลำดับที่ i เมื่อข้อมูลเรียงลำดับจากน้อยไปหามากแล้ว
 n คือ ขนาดตัวอย่าง

ภายหลังคำนวณค่าสถิติทดสอบ AD แล้วจะทำการปรับค่าตัวสถิติทดสอบเป็น AD^* สูตรในการปรับค่าตัวสถิติทดสอบจะขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่าง n การแจกแจงที่คาดหวัง และพารามิเตอร์ของการแจกแจงที่คาดหวัง กรณีที่มีการแจกแจงปกติ มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$AD^* = AD \left(1 + \frac{0.75}{n} + \frac{2.25}{n^2} \right)$$

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

$$C_\alpha = a_\alpha \left(1 + \frac{b_0}{n} + \frac{b_1}{n^2} \right)$$

เมื่อ C_α คือ ค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบการแจกแจงปกติ
 a_α, b_0, b_1 คือ ค่าที่เปิดจากตารางค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงที่ระดับนัยสำคัญ α โดยมีบริเวณวิกฤต คือ $AD^* \geq C_\alpha$

จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α ก็ต่อเมื่อ $p\text{-value} < \alpha$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 เกณฑ์การวัดประสิทธิผลการพยากรณ์

เกณฑ์การวัดประสิทธิผลการพยากรณ์ ในงานวิจัยนี้ใช้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) เป็นเกณฑ์การวัดประสิทธิผลการพยากรณ์โดยนำค่าสังเกตมาเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ว่ามีความแตกต่างกันกี่เปอร์เซ็นต์ แสดงดังสมการที่ (2.17)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100 \quad (2.17)$$

เมื่อ n คือ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมด
 Y_t คือ ค่าสังเกต ณ หน่วยเวลา t
 \hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ หน่วยเวลา t

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Suppalakpanya et al. (2019) ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตและราคาน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทยด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ และ Extended additive Holt-Winters (EAHW) โดยกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน 4 แบบ ได้แก่ 1) $b_1 = \frac{Y_m - Y_1}{m-1}$ 2) $b_1 = Y_2 - Y_1$ 3) $b_1 = \frac{[(Y_2 - Y_1) + (Y_3 - Y_2) + (Y_4 - Y_3)]}{3}$ และ 4) $b_1 = 0$ จากผลการศึกษาพบว่าวิธี Extended additive Holt-Winters (EAHW) เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มด้วย $b_1 = \frac{Y_m - Y_1}{m-1}$ ให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ต่ำที่สุด

ดาว สวงนรังศิริกุล และคณะ (2558) ได้ศึกษาหาตัวแบบพยากรณ์ของประชากรที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ 5 วิธี ประกอบด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีสัดส่วนกับแนวโน้ม และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ จากการศึกษาพบว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดกับอนุกรมเวลาที่ไม่ใช่แนวโน้มและฤดูกาล ส่วนการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาล

Akuno et al. (2015) ได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเยือนประเทศเคนยา โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่ายกับวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ เมื่ออนุญาตให้น้ำหนักปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์เป็นอิสระจากการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย ผลการวิจัยพบว่าวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาล

โพเนนเชียลแบบดับเบิลเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มด้วย $b_1 = \frac{Y_m - Y_1}{m-1}$ และวิธีบีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยเกณฑ์ที่ใช้สำหรับวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์มี 2 เกณฑ์ คือ รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) และ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) จากการศึกษาพบว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบดับเบิลมีประสิทธิภาพมากกว่า

รังสิมา อ่อนลมูล และสมศรี บัณฑิตวิไล (2566) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 2 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 การกำหนดค่าเริ่มต้นโดยใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ที่มีค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม (Trend) ที่แตกต่างกัน 5 แบบ ดังนี้ 1)

$$b_1 = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m \left(\frac{Y_{t+m} - Y_t}{m} \right) \quad 2) \quad b_1 = Y_2 - Y_1 \quad 3) \quad b_1 = \frac{[(Y_2 - Y_1) + (Y_3 - Y_2) + (Y_4 - Y_3)]}{3} \quad 4)$$

$b_1 = \frac{Y_m - Y_1}{m-1}$ และ 5) $b_1 = 0$ วิธีที่ 2 การกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบซึ่งใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ 2-15 ปี ($T=2,3,4,\dots,15$) และวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ ในการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารสนามบินนานาชาติภูเก็ตและสนามบินนานาชาติแม่ฟ้าหลวง เชียงราย ซึ่งมีทั้งแนวโน้มไม่เป็นเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล โดยจะใช้เกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ในการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมและใช้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ในการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ จากการศึกษาพบว่า วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของอนุกรมเวลาทั้ง 2 ชุด คือ วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์

จารุวรรณ สิงห์ม่วง และธิดาพร ศุภภากร (2563) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมและหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้าสำหรับข้อมูลมูลค่าการส่งออกยางพาราของประเทศไทยโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ 3 วิธี ประกอบด้วยวิธีการเคลื่อนที่ที่ซ้ำสองครั้ง วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบดับเบิล และวิธีบีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมพิจารณาจาก ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation: MAD) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) จากการศึกษาพบว่าตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดคือ วิธีบีบ็อกซ์-เจนกินส์

บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และเสาวภา ชัยพิทักษ์ (2561) ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงของประเทศไทย ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ 3 วิธี ประกอบด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมพิจารณาจากรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จากการศึกษาพบว่าตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดคือ วิธีบีบ็อกซ์-เจนกินส์

วรางคณา เรียนสุทธิ์ (2563) ได้ศึกษาการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณมะม่วงเขียวเสวย ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ 5 วิธี ประกอบด้วยวิธีบีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับให้เรียบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นการฝ่าฝืนกฎหมายลิขสิทธิ์ หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายวิชาการ โทร. 02-2554-2000

เอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลแบบง่าย วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ และวิธีพยากรณ์รวม โดยตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ดังนี้ ค่าเกณฑ์สารสนเทศเบย์เซียน (Bayesian Information Criterion: BIC) ที่ต่ำที่สุด ค่าสถิติ Ljung-Box Q ที่ไม่มีนัยสำคัญ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติโดยใช้การทดสอบ Komokolov-Smirnov ค่าความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกันตรวจสอบโดยใช้การพิจารณาจากกราฟ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) ของค่าความคลาดเคลื่อน ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที (t-Test) และค่าความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวิน (Levene's) ภายใต้การใช้มัธยฐาน และคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคามะม่วงเขียวเสวย โดยจะใช้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จากการศึกษาพบว่าตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องและเหมาะสมที่สุดคือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

ทิพาภรณ์ หอมดี และคณะ (2565) ได้ศึกษาปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครพนมที่เก็บจากสถานีสำรวจปริมาณน้ำฝนรายเดือนของโครงการน้ำท่าตอนล่าง อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือน และเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลแบบง่าย ผลการศึกษา พบว่าการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ มีความเหมาะสมมากกว่าวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลแบบง่าย โดยมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) มีค่าต่ำที่สุด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

- 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
- 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.4 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์
- 3.5 การวัดประสิทธิภาพพยากรณ์
- 3.6 สรุปและอภิปรายผล

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

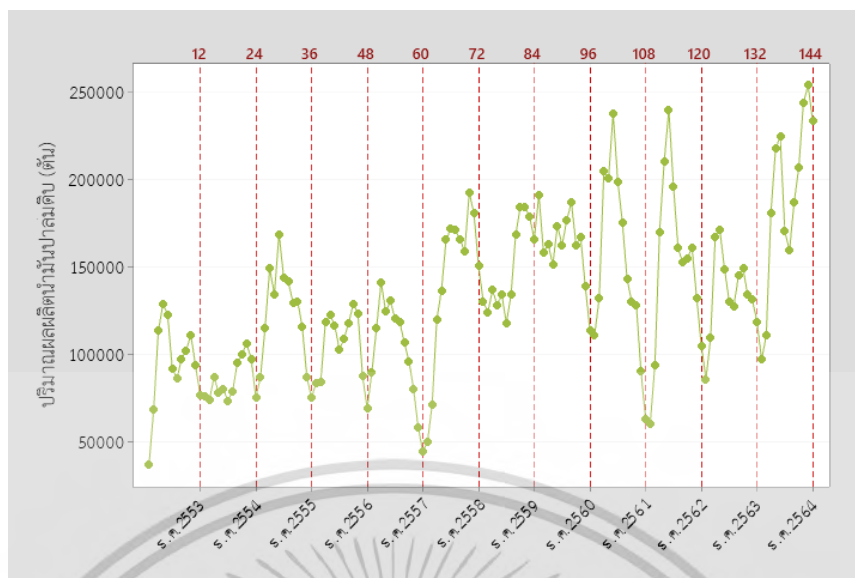
การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้ เป็นการนำข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ซึ่งถูกเก็บรวบรวมโดย ธนาคารแห่งประเทศไทย หรือ ธปท. มาใช้ในการศึกษาโดยเป็นอนุกรมเวลารายเดือนของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของประเทศไทย (Crude Palm Oil) มีหน่วยเป็น ตัน ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 รวม 156 เดือน (13 ปี) โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2564 จะใช้ในการสร้างตัวแบบและคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 จะใช้ในการวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เป็นการนำอนุกรมเวลาของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของประเทศไทยในส่วนที่ 1 มาพล็อตกราฟอนุกรมเวลา เพื่ออธิบายส่วนประกอบของอนุกรมเวลา แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของประเทศไทยรายเดือน ระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2564

จากรูปที่ 3.1 จะพบว่าอนุกรมเวลามีส่วนประกอบของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้ม สืบเนื่องมาจากปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบโดยรวมมีปริมาณเพิ่มขึ้น และจากกราฟจะเห็นว่า ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจากต้นปีและสูงสุดที่กลางปีและลดลงเรื่อย ๆ จนถึงสิ้นปี มีลักษณะที่คล้าย ๆ กันทุกปี แสดงว่าปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบมีอิทธิพลของฤดูกาล

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิซึ่งทำการเก็บรวบรวมโดยธนาคารแห่งประเทศไทย ได้แก่ ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ (ตัน) ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 โดยจะนำข้อมูลส่วนที่ 1 มาทำการวิเคราะห์ด้วย 3 วิธี ได้แก่ 1) วิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันโดยการใช้ข้อมูล 1 ปีแรก และวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ 2) วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และ 3) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และนำข้อมูลส่วนที่ 2 ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์

3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีที่ต่างกัน เป็นการสร้างตัวแบบพยากรณ์จากข้อมูลในส่วนที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นของวิธีโฮลท์-วินเทอร์

เนื่องจากการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ ต้องมีข้อมูลอย่างต่ำ 1 ปีในการปรับค่า ซึ่งงานวิจัยนี้มีข้อมูลส่วนที่ 1 จำนวน 12 ปี (144 เดือน) ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลปีที่ 1 ถึง 11 มาใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้น ซึ่งการกำหนดค่าเริ่มต้นของวิธีโฮลท์-วินเทอร์ในงานวิจัยนี้ มี 2 วิธี ได้แก่ วิธี 1 ใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ที่มีค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม (b_1) ที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ และวิธี 2 โดยวิธีแยกส่วนประกอบ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ 2-9 ปี ในการแยกส่วนประกอบเพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น

1. กำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ

วิธีโฮลท์-วินเทอร์ด้วยค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ โดยใช้ข้อมูล 1 ปีแรก เมื่อมีค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ (L_m) องค์ประกอบฤดูกาล (S_t) และจำนวนฤดูกาลใน 1 ปี (m) ที่เหมือนกัน แสดงดังสมการที่ (3.1)-(3.3) โดยที่ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม (b_1) ที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ แสดงดังสมการที่ (3.4)-(3.8)

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ

$$L_m = \frac{(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_m)}{m} \quad (3.1)$$

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบบวก

$$S_t = Y_t - L_m \quad (3.2)$$

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบคูณ

$$S_t = \frac{Y_t}{L_m} \quad (3.3)$$

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม

ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้รวบรวมมาจากงานวิจัยอื่น ๆ จำนวน 5 รูปแบบ ที่แตกต่างกัน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 1 การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มจากงานวิจัยของ รังสิมา อ่อนลมุล และสมศรี บัณฑิตวีไล (2566)

$$b_1 = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m \left(\frac{Y_{t+m} - Y_t}{m} \right) \quad (3.4)$$

รูปแบบที่ 2 การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มจากงานวิจัยของ Suppalakpanya et al.(2019), รังสิมา อ่อนลมุล และสมศรี บัณฑิตวีไล (2566)

$$b_1 = Y_2 - Y_1 \quad (3.5)$$

รูปแบบที่ 3 การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มจากงานวิจัยของ Suppalakpanya et al.(2019), รังสิมา อ่อนลมุล และสมศรี บัณฑิตวีไล (2566)

$$b_1 = \frac{[(Y_2 - Y_1) + (Y_3 - Y_2) + (Y_4 - Y_3)]}{3} \quad (3.6)$$

รูปแบบที่ 4 การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มจากงานวิจัยของ Holt (2004), Suppalakpanya et al. (2019), รังสิมา อ่อนลมุล และสมศรี บัณฑิตวีไล (2566)

$$b_1 = \frac{Y_m - Y_1}{m - 1} \quad (3.7)$$

รูปแบบที่ 5 การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มจากงานวิจัยของ Holt (2004), Suppalakpanya et al. (2019), รังสิมา อ่อนลมุล และสมศรี บัณฑิตวีไล (2566)

$$b_1 = 0 \quad (3.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ

การกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา เนื่องจากอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลนั้นจะต้องถูกเก็บรวบรวมมาเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี เพราะฉะนั้นในงานวิจัยนี้จะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบโดยใช้จำนวนข้อมูลตั้งแต่ 2-9 ปี ($T=2, 3, 4, \dots, 9$) ในการกำหนดค่าเริ่มต้น รวมทั้งหมด 8 รูปแบบ

3.3.1.2 การสร้างตัวแบบพยากรณ์

การสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ในรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน โดยเริ่มจากการปรับค่าองค์ประกอบระดับ แนวโน้ม และฤดูกาล สมการปรับค่าของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกขององค์ประกอบระดับ แนวโน้ม และฤดูกาล แสดงดังสมการที่ (2.1), (2.2) และ (2.3) ตามลำดับ และสมการปรับค่าของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณขององค์ประกอบระดับ แนวโน้ม และฤดูกาล แสดงดังสมการที่ (2.5), (2.6) และ (2.7) ตามลำดับ

โดย $t = 13, 14, 15, \dots, 144$ สำหรับวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกและรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยข้อมูล 1 ปีแรก และ $t = 12T+1, 12T+2, 12T+3, \dots, 144$ สำหรับวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกและรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ เมื่อ $T=2, 3, 4, \dots, 9$

จากนั้นจะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ปรับน้ำหนักขององค์ประกอบระดับ แนวโน้ม และฤดูกาล α, β และ γ ตามลำดับ โดยใช้ Solver Function (นพรัตน์ ชำรงวุฒิ, 2560) ใน Microsoft Excel เมื่อกำหนดให้รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) มีค่าต่ำที่สุด และทำการสร้างสมการพยากรณ์ของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกดังสมการที่ (2.4) และสมการพยากรณ์ของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณดังสมการที่ (2.8)

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ ในงานวิจัยนี้จะกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มของวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ที่แตกต่างกันทั้งหมด 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1, 3 และ 4 ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์จากข้อมูลในส่วนที่ 1 เนื่องจากให้ผลลัพธ์ที่ดีในวิธีโฮลท์-วินเทอร์ ผู้วิจัยจึงสนใจกำหนดค่าเริ่มต้น 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1, 3 และ 4 และกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 2-9 ช่วงเวลา ($k=2, 3, 4, \dots, 9$) โดยขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์แสดงดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 การแยกส่วนประกอบ (Decomposition)

ขั้นตอนการแยกส่วนประกอบ เป็นขั้นตอนการแยกอนุกรมเวลาออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ แนวโน้ม (Trend: T_t) ฤดูกาล (Seasonal: S_t) และค่าความคลาดเคลื่อน (Residual: e_t) ในงานวิจัยนี้ข้อมูลที่นำมาศึกษาไม่ยาวนานพอที่จะเห็นวัฏจักร (Cyclical: C_t) จึงตัดวัฏจักรทิ้งโดยไม่มีการพิจารณาและใช้วิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการแยกส่วนประกอบ โดยคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนดังสมการที่ (3.9)

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \quad (3.9)$$

เมื่อ e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ หน่วยเวลา t

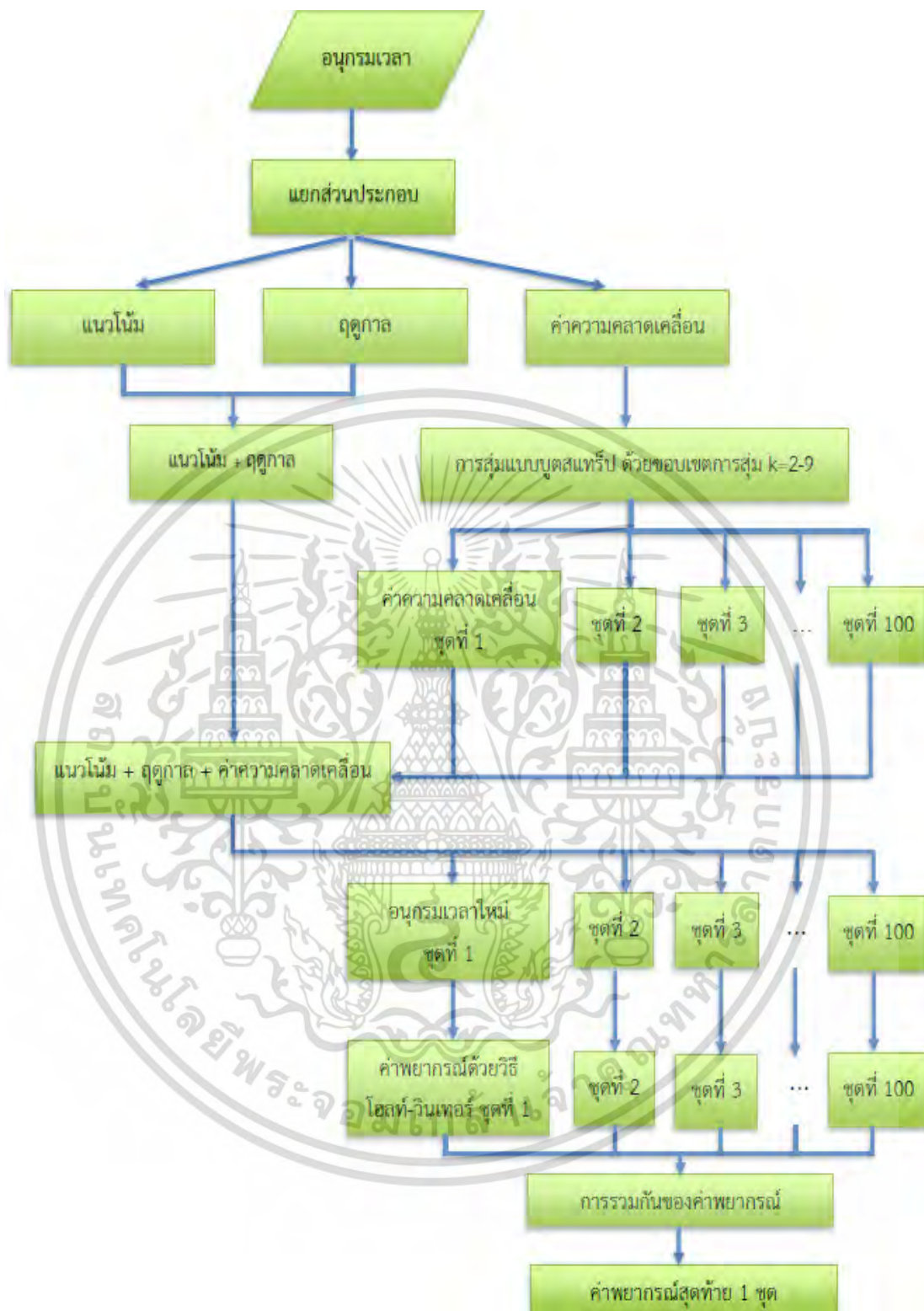
Y_t คือ ค่าสังเกต ณ หน่วยเวลา t

\hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ หน่วยเวลา t

โดย $\hat{Y}_t = T_t + S_t$ สำหรับรูปแบบบวก

$\hat{Y}_t = T_t \times S_t$ สำหรับรูปแบบคูณ

และ $t = 13, 14, 15, \dots, 144$



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบกกิงโฮสต์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 2-9 ช่วงเวลา ($k=2, 3, 4, \dots, 9$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การจำลองแบบ (Simulation)

ขั้นตอนการจำลองแบบ เป็นการนำค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการแยกส่วนประกอบ (e_t) มาสร้างตัวอย่างบูตสแตรป์ของค่าความคลาดเคลื่อน (e'_t) จำนวน 100 ชุด ด้วยวิธี Moving Block Bootstrap (MBB) จากการสุ่มแบบใส่คืนที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน 2 ถึง 9 ช่วงเวลา ($k = 2, 3, 4, \dots, 9$) แล้วนำกลับไปรวมกับแนวโน้ม (T_t) และฤดูกาล (S_t) ที่แยกส่วนประกอบไว้ ทำให้ได้ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่ (Y'_t)

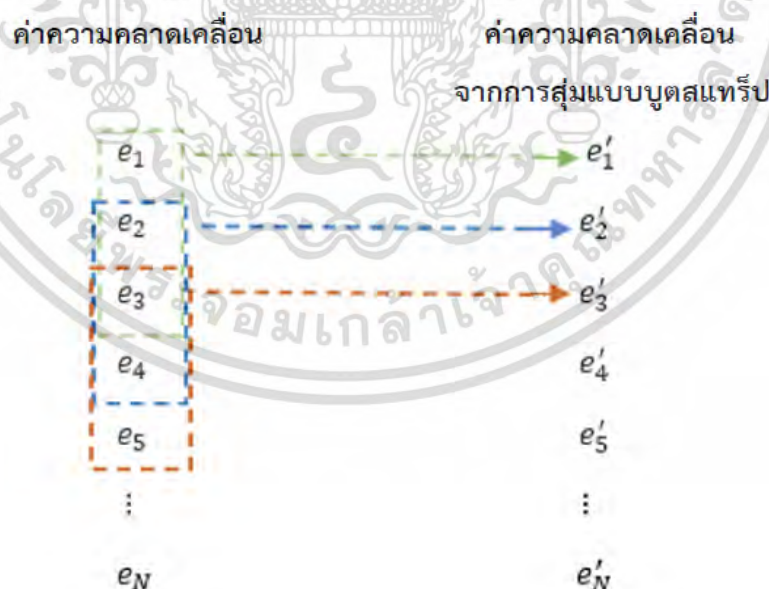
โดย $Y'_t = (T_t + S_t) + e'_t$ สำหรับรูปแบบบวก

$Y'_t = (T_t \times S_t) + e'_t$ สำหรับรูปแบบคูณ

เมื่อ e'_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มแบบบูตสแตรป์ ณ หน่วยเวลา t

Y'_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลา t

สำหรับแต่ละขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน (k) จะได้อนุกรมเวลาใหม่จำนวน 100 ชุด โดยตัวอย่างการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธี Moving Block Bootstrap เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การสุ่มตัวอย่างบูตสแตรป์ของค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธี Moving Block Bootstrap (MBB) เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.3 กรณีรูปแบบคูณ ค่าความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มแบบจุดสแตรีป ณ หน่วยเวลาที่ 1 ได้จากการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน ณ หน่วยเวลา 1 ถึง 3 (e_1, e_2 และ e_3) สมมติว่า สุ่มได้ค่าความคลาดเคลื่อน ณ หน่วยเวลาที่ 2 (e_2) หรือ $e'_1 = e_2$ จะได้ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลาที่ 1 $Y'_1 = (T_1 \times S_1) + e'_1 = (T_1 \times S_1) + e_2$ ค่าความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มแบบจุดสแตรีป ณ หน่วยเวลาที่ 2 ได้จากการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน ณ หน่วยเวลาที่ 2 ถึง 4 (e_2, e_3 และ e_4) สมมติว่า สุ่มได้ค่าความคลาดเคลื่อน ณ หน่วยเวลาที่ 4 (e_4) หรือ $e'_2 = e_4$ จะได้ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลาที่ 2 $Y'_2 = (T_2 \times S_2) + e'_2 = (T_2 \times S_2) + e_4$ เป็นต้น

กรณีรูปแบบบวก มีขั้นตอนการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มแบบจุดสแตรีป และการสร้างค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่ในทำนองเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 3 การพยากรณ์ (Forecasting)

ขั้นตอนการพยากรณ์ เป็นการหาค่าพยากรณ์ (\hat{Y}'_t) จากค่าสังเกตของอนุกรมใหม่ (Y'_t) แต่ละชุดด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ โดยการกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ และฤดูกาลนั้น จะกำหนดดังสมการที่ (3.1)-(3.3) และกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มดังสมการที่ (3.4), (3.6) และ(3.7) โดย \hat{Y}'_t คือ ค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลา t

ขั้นตอนที่ 4 การรวมกัน (Aggregation)

ขั้นตอนการรวมกัน เป็นขั้นตอนการหาค่าพยากรณ์สุดท้ายเพียงหนึ่งชุด โดยคิดจากค่ามัธยฐาน (Median) ของค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลาใหม่ (\hat{Y}'_t) จำนวน 100 ชุด ณ ขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน k ช่วงเวลา ค่าพยากรณ์สุดท้าย ณ หน่วยเวลา t จะได้จากค่ามัธยฐานของค่าพยากรณ์จากอนุกรมเวลาชุดที่ 1 (\hat{Y}'_t ชุดที่ 1) ถึง อนุกรมเวลาชุดที่ 100 (\hat{Y}'_t ชุดที่ 100) ซึ่งค่ามัธยฐานเป็นค่ากลางที่ใช้ได้ดีแม้ข้อมูลมีค่านอกเกณฑ์ (Outliers) โดยตำแหน่งค่ามัธยฐานแสดงดังสมการที่ (3.11)

$$\text{ตำแหน่งของค่ามัธยฐาน} = \frac{n+1}{2} \quad (3.11)$$

เมื่อ n คือ จำนวนค่าพยากรณ์ทั้งหมดของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลา t

3.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

งานวิจัยนี้ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์จะใช้โปรแกรม Minitab 19 ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาใน ส่วนที่ 1 ว่ามีคุณสมบัติเป็นข้อมูลที่ สเตชันนารีหรือไม่ หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่สเตชันนารีต้องแปลงอนุกรมเวลาใหม่ให้สเตชันนารีก่อน โดยหากอนุกรมเวลามีแนวโน้มจะทำการแปลงโดยการหาผลต่าง หากอนุกรมเวลามีอิทธิพลของ ฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องจะทำการแปลงโดยหาผลต่างฤดูกาล หากอนุกรมเวลามีแนวโน้มและอิทธิพล ของฤดูกาลจะทำการแปลงโดยหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล และหากอนุกรมเวลามีความแปรปรวนไม่ คงที่จะทำการแปลงโดยการหาลอการิทึมของค่าสังเกต

2. จากอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ที่สเตชันนารีแล้ว กำหนดตัวแบบให้กับอนุกรมเวลา โดยงาน วิจัยนี้ อนุกรมเวลามีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลจึงเลือกกำหนดตัวแบบพยากรณ์เป็น $ARIMA(p, d, q) \times SARIMA(P, D, Q)_L$ โดยพิจารณาจากคอเรลโลแกรมของ ACF และ PACF

3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ โดยทั่วไปจะประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลัง สองน้อยที่สุดโดยใช้การวิเคราะห์เชิงตัวเลข

4. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเป็นการตรวจสอบว่าตัวแบบ $ARIMA(p, d, q) \times SARIMA(P, D, Q)_L$ ที่กำหนดว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ หากพบว่าตัวแบบไม่ มีความเหมาะสมให้พิจารณาปรับปรุงหรือกำหนดตัวแบบใหม่ให้กับอนุกรมเวลา ประมาณ ค่าพารามิเตอร์ และตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยจะทำจนกว่าจะได้ตัวแบบที่เหมาะสม กับอนุกรมเวลา

5. การพยากรณ์ เมื่อได้ตัวแบบ $ARIMA(p, d, q) \times SARIMA(P, D, Q)_L$ ที่เหมาะสมกับ อนุกรมเวลาแล้ว นำตัวแบบที่ได้มาทำการสร้างค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือน เพื่อตรวจวัด ประสิทธิภาพของการพยากรณ์ด้วยข้อมูลใน ส่วนที่ 2

3.4 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์

การคัดเลือกตัวแบบการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ เป็นการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่ารากที่ สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error : RMSE) ต่ำที่สุด โดยคำนวณได้ จากสมการที่ (2.15) และเศษเหลือของตัวแบบพยากรณ์ดังกล่าวต้องมีการแจกแจงปกติ โดยการ ทดสอบการแจกแจงปกติของเศษเหลือนั้นใช้สถิติทดสอบ Anderson-Darling (AD) ซึ่งแสดงดัง สมการที่ (2.16) ที่คำนวณจากโปรแกรม Minitab 19 โดยตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมต้องให้ค่า p-value มากกว่า หรือเท่ากับระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อยอมรับสมมติฐานหลัก ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกำหนดสมมติฐาน ดังนี้

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีการแจกแจงปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบไม่มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์

การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ เป็นการนำค่าสังเกตจากข้อมูลส่วนที่ 2 มาเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งสร้างจากข้อมูลส่วนที่ 1 โดยงานวิจัยนี้ใช้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ดังสมการที่ (2.17) ในการเปรียบเทียบว่าค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแตกต่างจากค่าสังเกตกี่เปอร์เซ็นต์

3.6 สรุปและอภิปรายผล

การสรุปและอภิปรายผล เป็นขั้นตอนการสรุปผลการคัดเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดและให้ผลการวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์ (MAPE) ของอนุกรมเวลาของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของประเทศไทย และอภิปรายผลที่ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 จะเป็นตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีแบกกิง โฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมจะให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด และ ค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ และในส่วนที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพตัวแบบพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

4.1 ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์

4.1.1.1 กำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี แรก และกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ ของอนุกรมเวลา ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ แสดงดังตารางที่ 4.1

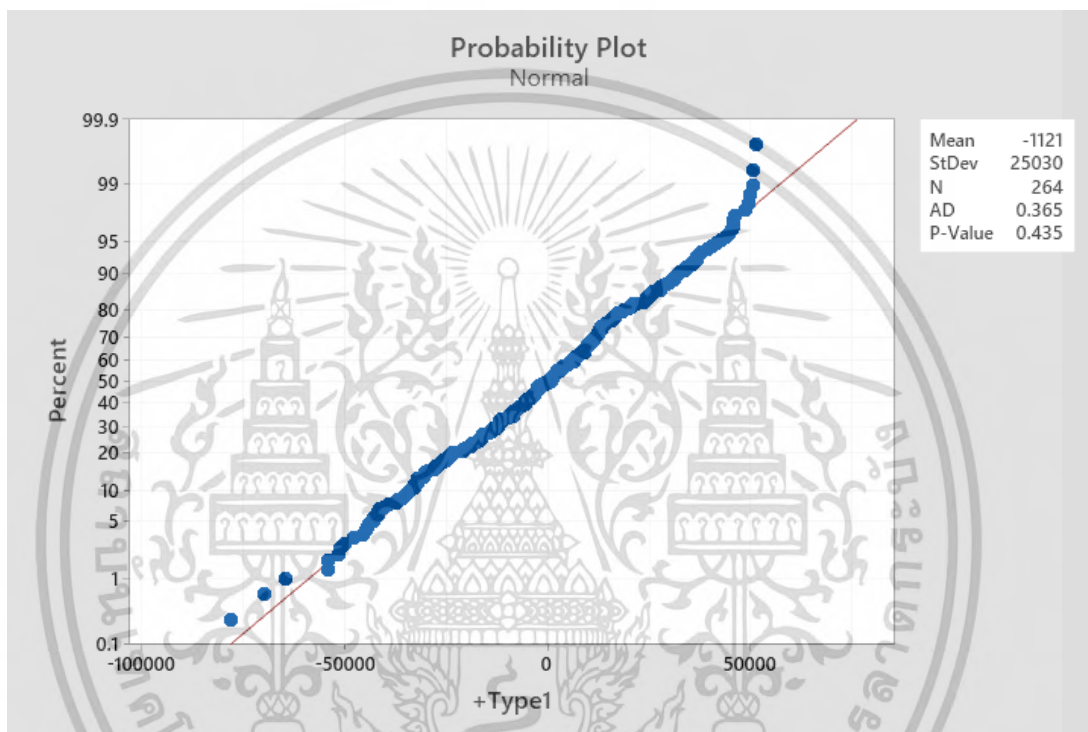
ตารางที่ 4.1 ค่า RMSE จากตัวแบบพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ

กำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบ แนวโน้มที่แตกต่างกัน (5 รูปแบบ)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
รูปแบบที่ 1	* 26,831.80	39,525.60
รูปแบบที่ 2	28,620.24	40,161.49
รูปแบบที่ 3	* 27,319.83	39,870.20
รูปแบบที่ 4	* 27,104.20	39,947.18
รูปแบบที่ 5	26,697.27	39,469.59

* ค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 พบว่าตัวแบบพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มด้วยรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 4 เป็นตัวแบบที่เหมาะสม และค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ และจะพบว่าตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบมาจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1 โดยให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด เป็น 26,831.80 และค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1

จากรูปที่ 4.1 จะพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1 ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทยมีการแจกแจงปกติ เนื่องจาก p-value เป็น 0.435 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีการแจกแจงปกติ

4.1.1.2 กำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ

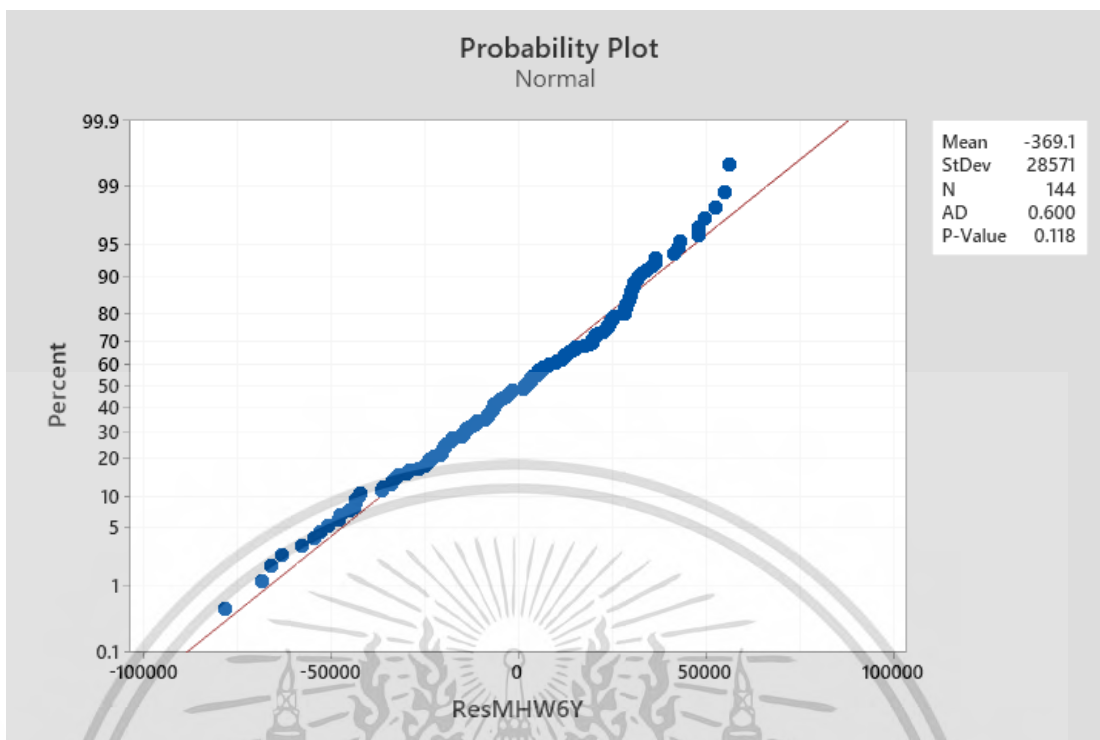
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ โดยกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบโดยใช้จำนวนข้อมูลตั้งแต่ 2-9 ปี ($T=2, 3, 4, \dots, 9$) ของอนุกรมเวลา ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่า RMSE จากตัวแบบพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ

วิธีแยกส่วนประกอบเมื่อ กำหนดค่าเริ่มต้นจากข้อมูล (2-9 ปี)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
T=2	25,110.77	34,045.51
T=3	28,231.06	29,807.03
T=4	* 32,426.17	* 34,071.43
T=5	* 29,590.45	* 29,346.95
T=6	27,336.92	* 28,733.92
T=7	27,461.19	29,095.07
T=8	* 31,924.72	34,185.42
T=9	* 30,233.27	30,705.41

* ค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.2 จะพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 6 ปี ($T=6$) ซึ่งให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด เป็น 28,733.92 และค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติแสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 6 ปี ($T=6$)

จากรูปที่ 4.2 จะพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 6 ปี ($T=6$) ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทยมีการแจกแจงปกติ เนื่องจาก p-value เป็น 0.118 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีการแจกแจงปกติ

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าตัวแบบพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มด้วยรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 4 เป็นตัวแบบที่ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ผู้วิจัยจึงนำค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มของทั้ง 3 รูปแบบ มาใช้ในวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 2 ถึง 9 ช่วงเวลา ($k = 2, 3, 4, \dots, 9$) เนื่องจากในงานวิจัยของรังสิมา อ่อนลมุล และสมศรี บัณฑิตวิไล (2566) พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ส่วนใหญ่มาจากตัวแบบพยากรณ์ที่กำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน 2-4 ช่วงเวลา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 2-9 ช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.1 กำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ โดยกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1 และกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน 2 ถึง 9 ช่วงเวลา ($k=2, 3, 4, \dots, 9$) ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่า RMSE จากตัวแบบพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1

ขอบเขตการสุ่ม ค่าความคลาดเคลื่อน (2-9 ช่วงเวลา)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
k=2	23,408.24	35,365.31
k=3	26,531.30	35,191.01
k=4	29,766.27	37,998.34
k=5	32,206.16	39,684.77
k=6	35,037.19	40,948.09
k=7	35,679.44	41,972.17
k=8	37,055.76	40,838.30
k=9	37,787.77	40,751.49

* ค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.3 จะพบว่า ไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1 เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบพยากรณ์ไม่มีการแจกแจงปกติ

4.1.2.2 กำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3

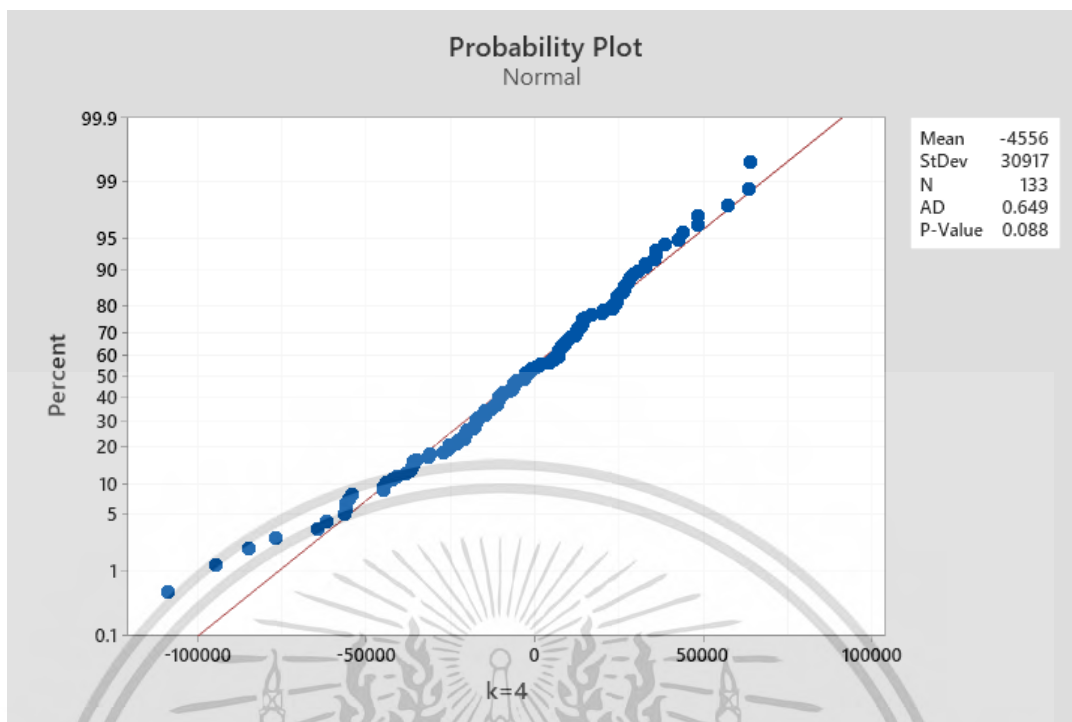
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ โดยกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 และกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน 2 ถึง 9 ช่วงเวลา ($k=2, 3, 4, \dots, 9$) ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่า RMSE จากตัวแบบพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3

ขอบเขตการสุ่ม ค่าความคลาดเคลื่อน (2-9 ช่วงเวลา)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
k=2	24,169.37	37,471.96
k=3	27,275.43	36,052.70
k=4	* 31,135.85	39,086.28
k=5	* 34,858.69	42,109.05
k=6	* 37,960.41	43,818.54
k=7	* 39,476.87	43,850.32
k=8	* 40,866.05	44,454.29
k=9	* 42,441.83	44,047.61

* ค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.4 จะพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 4 ($k=4$) ซึ่งให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด เป็น 31,135.85 และค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติแสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มนรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 4 ($k=4$)

จากรูปที่ 4.3 จะพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มนรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 4 ($k=4$) ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทยมีการแจกแจงปกติ เนื่องจาก p-value เป็น 0.088 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีการแจกแจงปกติ

4.1.2.3 กำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4

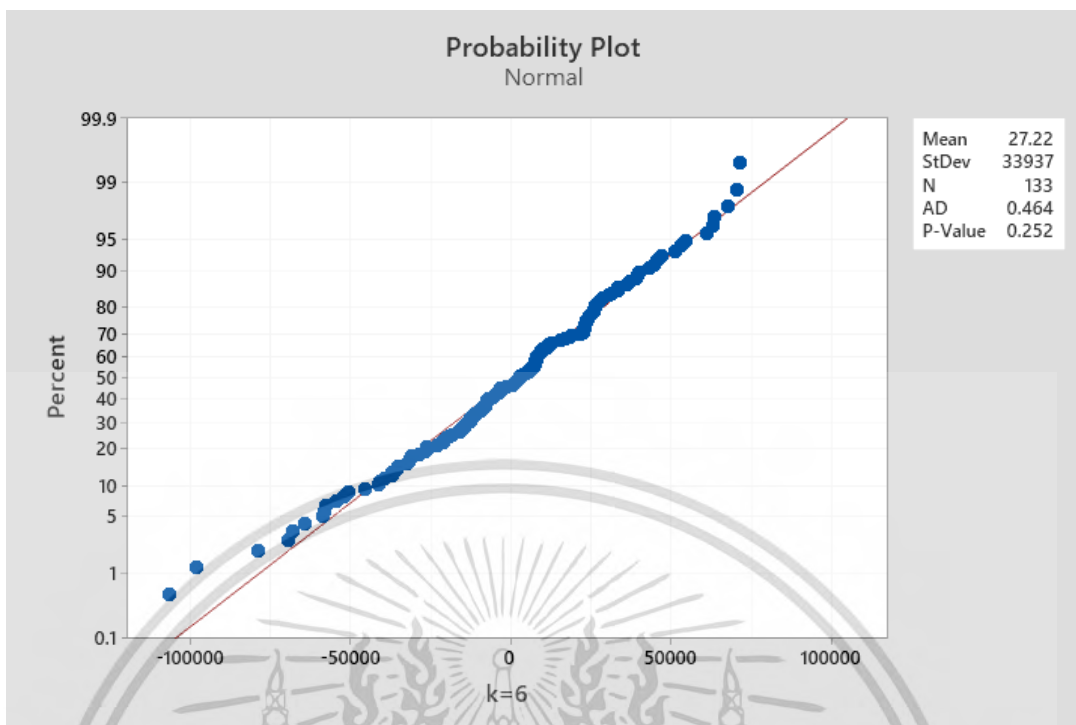
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ โดยกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 และกำหนดขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน 2 ถึง 9 ช่วงเวลา ($k=2, 3, 4, \dots, 9$) ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่า RMSE จากตัวแบบพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4

ขอบเขตการสุ่ม ค่าความคลาดเคลื่อน (2-9 ช่วงเวลา)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
k=2	23,581.79	* 48,073.51
k=3	26,666.42	* 44,518.31
k=4	29,390.61	* 39,011.84
k=5	35,909.28	37,343.85
k=6	* 33,808.99	39,602.93
k=7	* 35,417.63	* 39,252.66
k=8	* 35,909.28	* 40,221.09
k=9	* 36,973.28	* 40,462.28

* ค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.5 จะพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 6 ($k=6$) ซึ่งให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด เป็น 33,808.99 และค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติแสดงดังรูปที่ 4.4

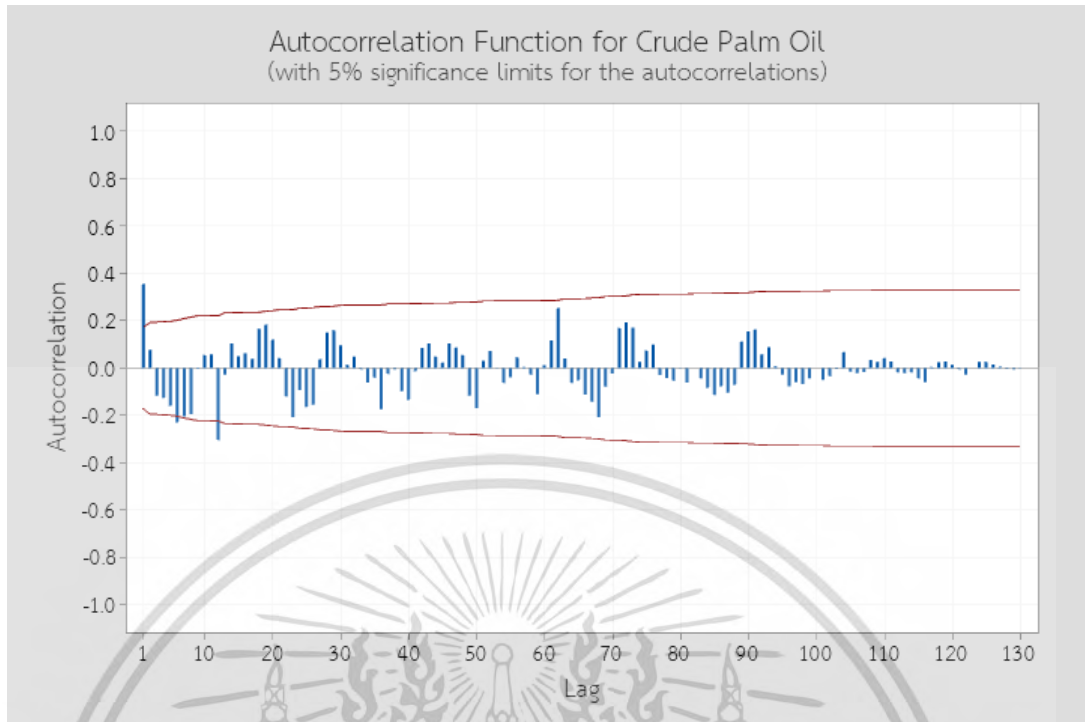


รูปที่ 4.4 ค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 6 ($k=4$)

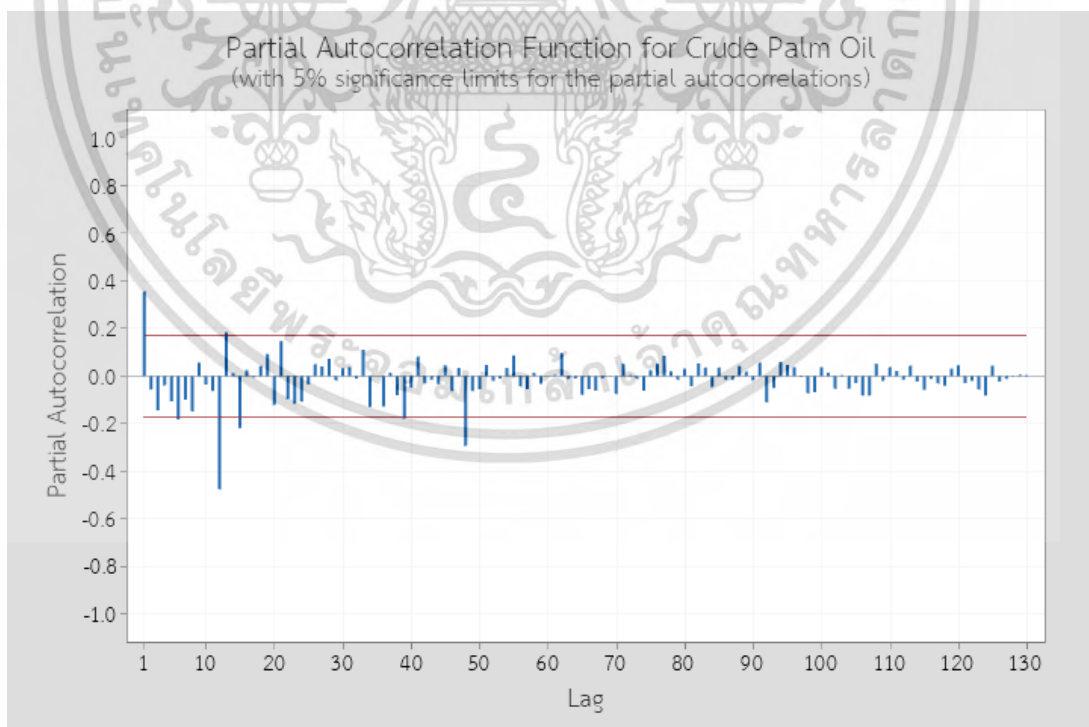
จากรูปที่ 4.4 จะพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 6 ($k=6$) ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทยมีการแจกแจงปกติ เนื่องจาก p-value เป็น 0.252 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีการแจกแจงปกติ

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทยดังรูปที่ 3.1 พบว่า อนุกรมเวลายังไม่เสถียร มีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการแปลงอนุกรมเวลาด้วยการหาผลต่าง 1 ครั้ง ($d=1$) และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ($D=1$) หลังจากทำการหาผลต่างและหาผลต่างฤดูกาล พบว่าอนุกรมเวลาเสถียรแล้วจึงนำอนุกรมเวลาไปหา ACF และ PACF ดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 ตามลำดับ



รูปที่ 4.5 คอเรลโลแกรม ACF ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง (L=12)



รูปที่ 4.6 คอเรลโลแกรม PACF ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง (L=12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 พบว่าคอเรลโลแกรมของ ACF และ PACF ลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่าง 1 ครั้ง ซึ่งได้ตัวแบบเป็น ARIMA(1,1,1) ในส่วนของฤดูกาล ACF cut off ที่ lag 12 และ PACF ลดลงอย่างรวดเร็วที่ lag 12, 24, 36 และ 48 และมีการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ซึ่งได้ตัวแบบเป็น SARIMA(0,1,1)₁₂ จะสามารถกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้คือ ARIMA(1,1,1) x SARIMA(0,1,1)₁₂ จึงได้ทำการทดสอบตัวแบบแล้วพบว่าตัวแบบที่ได้ไม่มีความเหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของตัวแบบ

ARIMA(1,1,1) x SARIMA(0,1,1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงที่

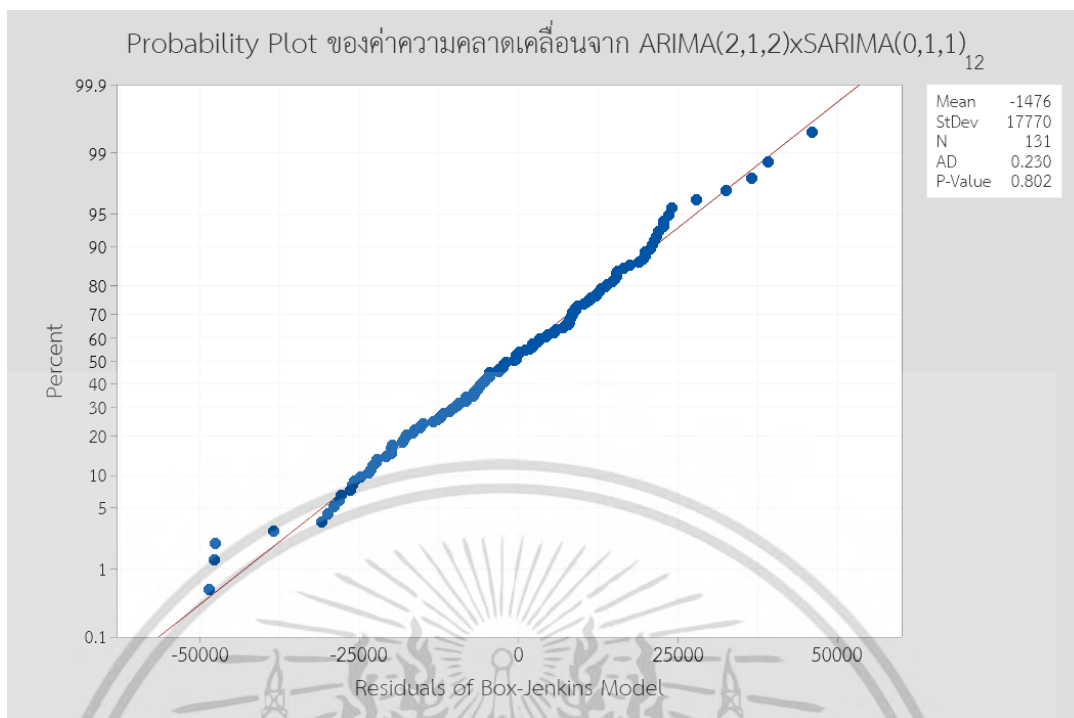
Final Estimates of Parameters				
Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	0.376	0.173	2.18	0.031
MA 1	-0.132	0.186	-0.71	0.481
SMA 12	0.8578	0.0723	11.87	0.000
Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12				
Number of observations: Original series 144, after differencing 131				
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	26.57	38.42	67.16	75.78
DF	9	21	33	45
P-Value	0.002	0.011	0.000	0.003

จากตารางที่ 4.6 เมื่อทำการทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า θ_1 มีค่าไม่แตกต่างจาก 0 เนื่องจากมีค่า p-value มากกว่า 0.05 และจากสถิติ Box-Ljung จะพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจาก p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 ที่ lag 12, 24, 36 และ 48 จึงสรุปได้ว่าตัวแบบ ARIMA(1,1,1) x SARIMA(0,1,1)₁₂ ไม่มีความเหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับตัวแบบเป็น ARIMA(2,1,2) x SARIMA(0,1,1)₁₂ และได้ประมาณค่าพารามิเตอร์และทดสอบสมมติฐานของตัวแบบแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของตัวแบบ
ARIMA(2,1,2) × SARIMA(0,1,1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงที่

Final Estimates of Parameters				
Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	1.5362	0.0643	23.89	0.000
AR 2	-0.7567	0.0707	-10.71	0.000
MA 1	1.2171	0.0447	27.25	0.000
MA 2	-0.2878	0.0614	-4.68	0.000
SMA 12	0.8519	0.0755	11.29	0.000
Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12				
Number of observations: Original series 144, after differencing 131				
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	9.69	19.25	39.90	47.77
DF	7	19	31	43
P-Value	0.207	0.441	0.131	0.285

จากตารางที่ 4.7 เมื่อทำการทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า $\phi_1, \phi_2, \theta_1, \theta_2$ และ θ_{12} มีค่าแตกต่างจาก 0 เนื่องจากมีค่า p-value น้อยกว่า 0.05 และจากสถิติ Box-Ljung จะพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.05 ที่ lag 12, 24, 36 และ 48 และตรวจสอบว่าตัวแบบที่กำหนดได้นั้นค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติแสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบ ARIMA(2,1,2) x SARIMA(0,1,1)₁₂ ของอนุกรมเวลา ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย

จากรูปที่ 4.7 จะพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบ ARIMA(2,1,2) x SARIMA(0,1,1)₁₂ ของอนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทยมีการแจกแจงปกติ เนื่องจาก p-value เป็น 0.802 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีการแจกแจงปกติ

ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(2,1,2) x SARIMA(0,1,1)₁₂ ที่ไม่มีพจน์ค่าคงที่ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา สามารถเขียนตัวแบบพยากรณ์ได้ดังสมการที่ 4.1

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t = & Y_{t-1} + Y_{t-2} - Y_{t-3} + 1.5362Y_{t-1} - 1.5362Y_{t-2} - 1.5362Y_{t-3} + 1.5362Y_{t-4} - 0.7567Y_{t-2} \\ & + 0.7567Y_{t-3} + 0.7567Y_{t-4} - 0.7567Y_{t-5} - 1.2171e_{t-1} - 0.8519e_{t-2} + 1.0368e_{t-3} \\ & + 0.2878e_{t-2} - 0.2452e_{t-4} \end{aligned} \quad (4.1)$$

- เมื่อ \hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ หน่วยเวลา t
 Y_{t-i} คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ หน่วยเวลา $t-i$
 e_{t-i} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ หน่วยเวลา $t-i$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวัดประสิทธิภาพตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์

4.2.1 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1

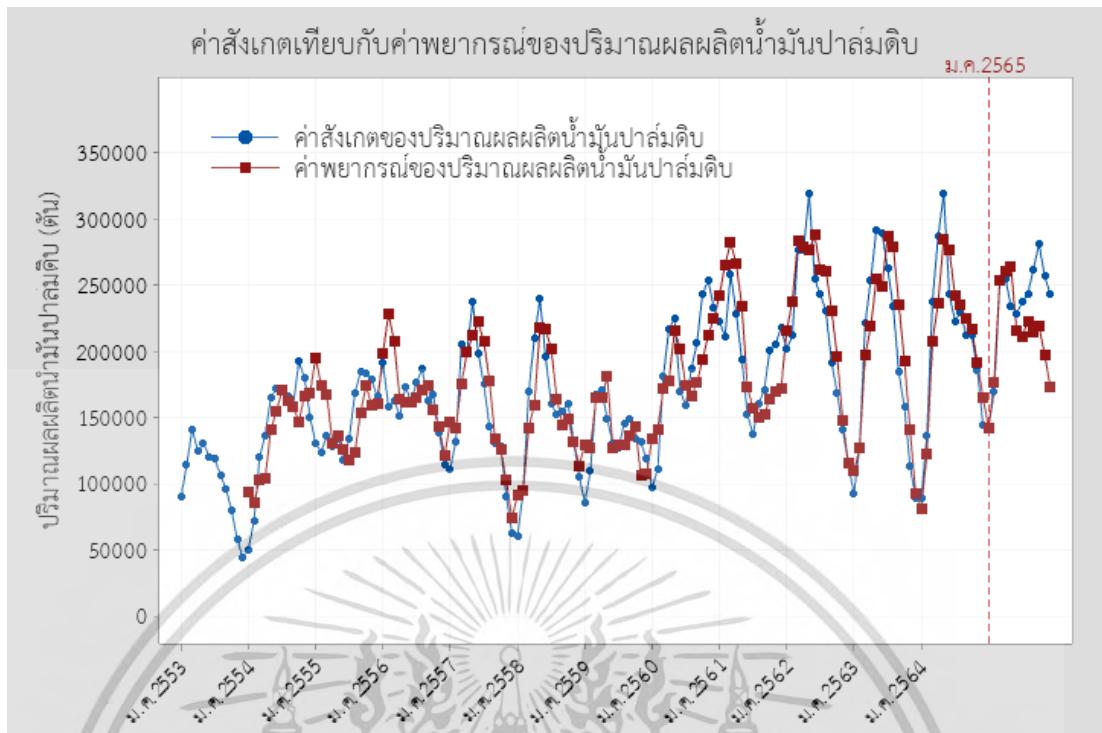
เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1 ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2565 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1 สำหรับปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
มกราคม	142,529.33	141,635.06	894.27	0.0063
กุมภาพันธ์	169,145.50	176,889.19	-7,743.69	0.0458
มีนาคม	253,127.05	253,179.03	-51.98	0.0002
เมษายน	254,874.59	259,731.62	-4,857.03	0.0191
พฤษภาคม	233,932.38	263,430.15	-29,497.77	0.1261
มิถุนายน	228,459.99	215,798.37	12,661.62	0.0554
กรกฎาคม	237,286.89	211,271.79	26,015.10	0.1096
สิงหาคม	243,186.68	222,459.60	20,727.08	0.0852
กันยายน	261,954.49	214,670.37	47,284.12	0.1805
ตุลาคม	281,169.46	218,544.57	62,624.89	0.2227
พฤศจิกายน	256,295.18	197,220.89	59,074.29	0.2305
ธันวาคม	243,139.83	173,152.96	69,986.87	0.2878
			MAPE	11.41 %

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 แสดงดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 1 ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

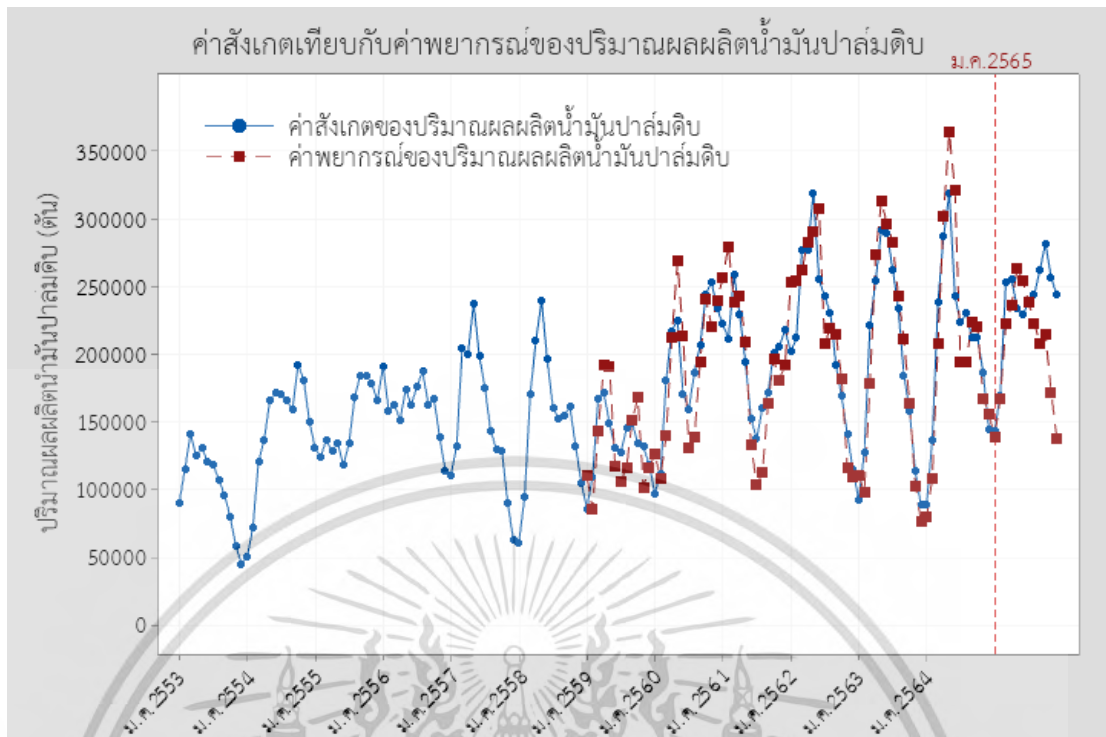
4.2.2 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ โดยใช้ข้อมูล 6 ปี

เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ โดยใช้ข้อมูล 6 ปี ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2565 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ โดยใช้ข้อมูล 6 ปี สำหรับปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
มกราคม	142,529.33	138,429.77	4,099.56	0.0288
กุมภาพันธ์	169,145.50	166,370.18	2,775.32	0.0164
มีนาคม	253,127.05	221,819.17	31,307.88	0.1237
เมษายน	254,874.59	235,875.15	18,999.44	0.0745
พฤษภาคม	233,932.38	263,148.72	-29,216.34	0.1249
มิถุนายน	228,459.99	253,401.24	-24,941.25	0.1092
กรกฎาคม	237,286.89	238,198.54	-911.65	0.0038
สิงหาคม	243,186.68	222,421.88	20,764.80	0.0854
กันยายน	261,954.49	207,925.07	54,029.42	0.2063
ตุลาคม	281,169.46	213,740.54	67,428.92	0.2398
พฤศจิกายน	256,295.18	171,780.49	84,514.69	0.3298
ธันวาคม	243,139.83	137,032.50	106,107.33	0.4364
			MAPE	14.82%

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ โดยใช้ข้อมูล 6 ปี ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 4 ($k=4$)

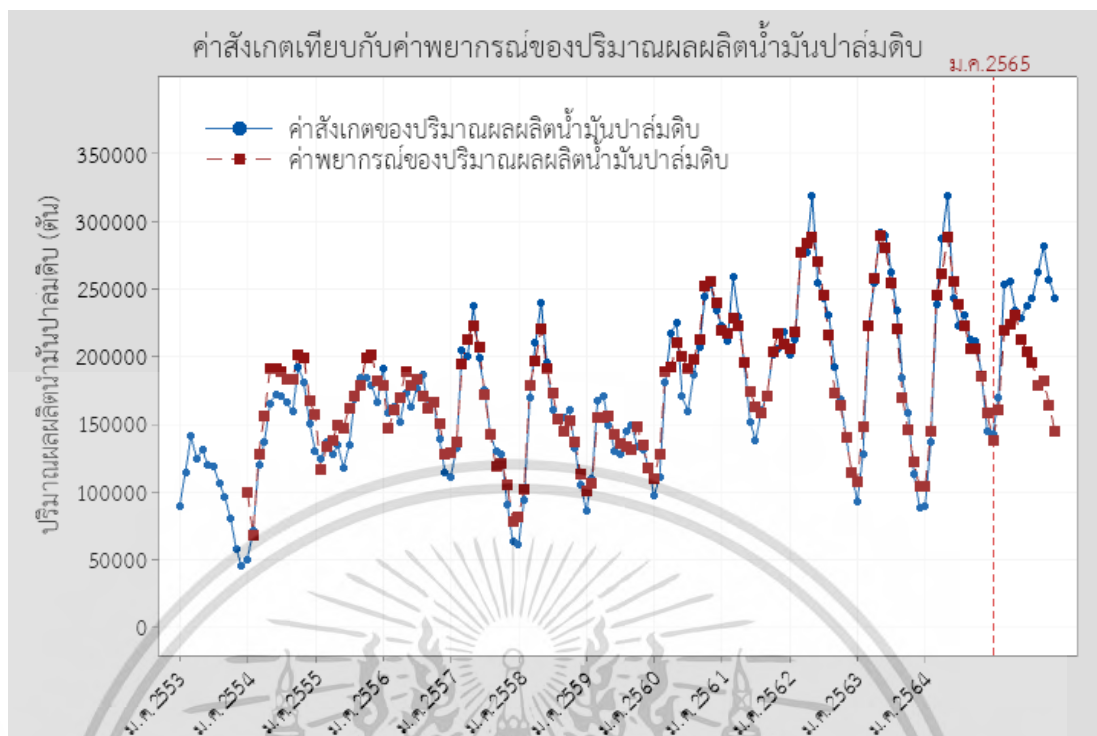
เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 4 ($k=4$) ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2565 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 4 ($k=4$) สำหรับปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
มกราคม	142,529.33	137,370.29	5,159.04	0.0362
กุมภาพันธ์	169,145.50	160,374.11	8,771.39	0.0519
มีนาคม	253,127.05	218,832.01	34,295.04	0.1355
เมษายน	254,874.59	224,045.72	30,828.87	0.1210
พฤษภาคม	233,932.38	229,874.96	4,057.42	0.0173
มิถุนายน	228,459.99	212,672.10	15,787.89	0.0691
กรกฎาคม	237,286.89	203,425.83	33,861.06	0.1427
สิงหาคม	243,186.68	195,603.60	47,583.08	0.1957
กันยายน	261,954.49	177,877.36	84,077.13	0.3210
ตุลาคม	281,169.46	181,799.76	99,369.70	0.3534
พฤศจิกายน	256,295.18	163,936.84	92,358.34	0.3604
ธันวาคม	243,139.83	144,233.05	98,906.78	0.4068
			MAPE	18.42%

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 แสดงดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิงโซลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 4 ($k=4$) ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 6 ($k=6$)

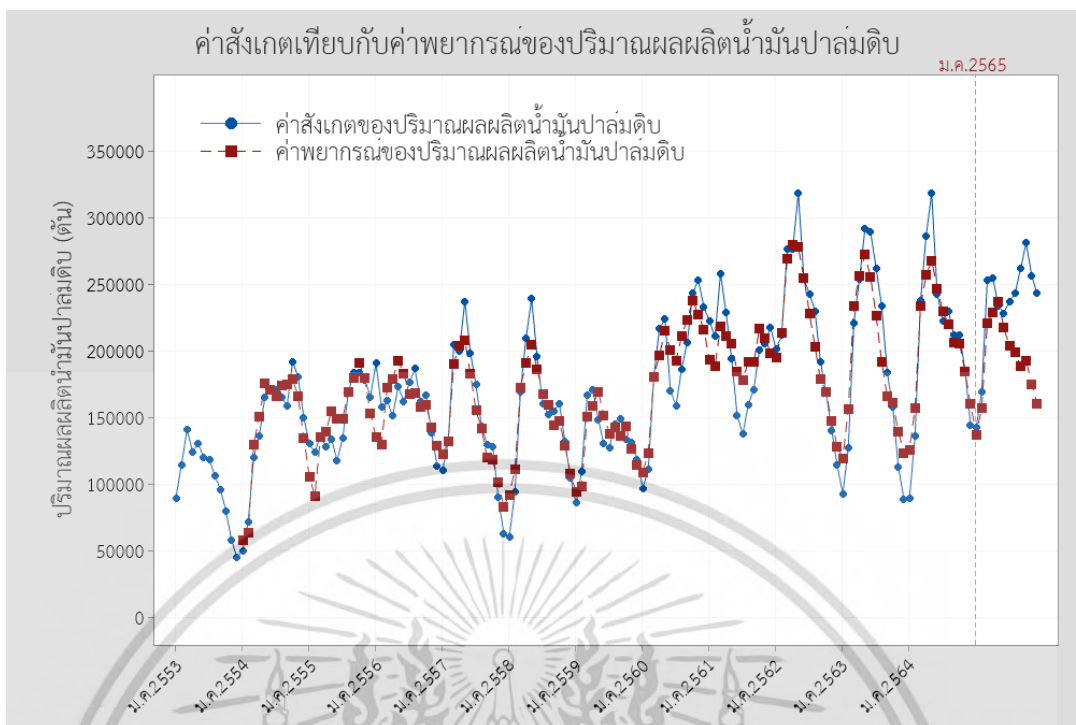
เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 6 ($k=6$) ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2565 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 6 ($k=6$) สำหรับปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
มกราคม	142,529.33	137,042.74	5,486.59	0.0385
กุมภาพันธ์	169,145.50	157,129.66	12,015.84	0.0710
มีนาคม	253,127.05	220,650.11	32,476.94	0.1283
เมษายน	254,874.59	229,129.73	25,744.86	0.1010
พฤษภาคม	233,932.38	237,251.70	-3,319.32	0.0142
มิถุนายน	228,459.99	217,326.01	11,133.98	0.0487
กรกฎาคม	237,286.89	203,587.75	33,699.14	0.1420
สิงหาคม	243,186.68	199,392.84	43,793.84	0.1801
กันยายน	261,954.49	188,271.13	73,683.36	0.2813
ตุลาคม	281,169.46	192,882.81	88,286.65	0.3140
พฤศจิกายน	256,295.18	174,783.61	81,511.57	0.3180
ธันวาคม	243,139.83	160,201.02	82,938.81	0.3411
			MAPE	16.49%

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 แสดงดังรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกิงโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 6 ($k=6$) ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

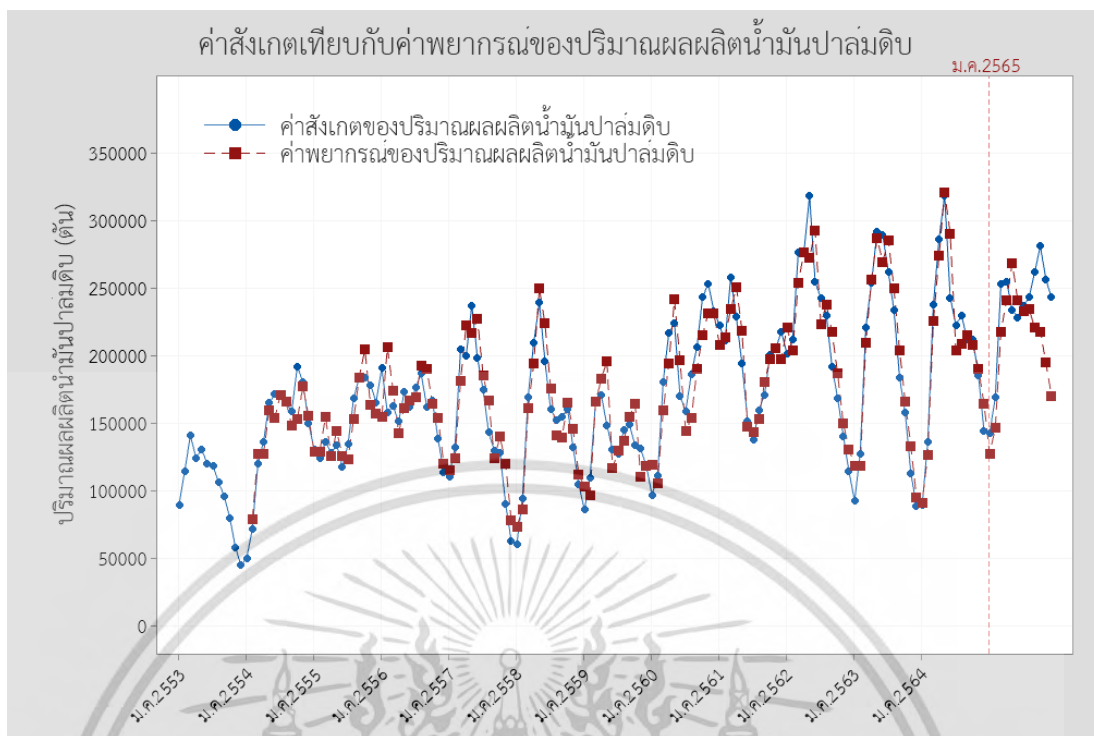
เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2565 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์สำหรับ ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
มกราคม	142,529.33	127,348.32	15,181.01	0.1065
กุมภาพันธ์	169,145.50	146,388.25	22,757.25	0.1345
มีนาคม	253,127.05	217,926.33	35,200.72	0.1391
เมษายน	254,874.59	241,091.98	13,782.61	0.0541
พฤษภาคม	233,932.38	268,858.20	-34,925.82	0.1493
มิถุนายน	228,459.99	240,927.43	-12,467.44	0.0546
กรกฎาคม	237,286.89	232,639.00	4,647.89	0.0196
สิงหาคม	243,186.68	234,625.00	8,561.68	0.0352
กันยายน	261,954.49	220,592.00	41,362.49	0.1579
ตุลาคม	281,169.46	217,987.00	63,182.46	0.2247
พฤศจิกายน	256,295.18	194,623.00	61,672.18	0.2406
ธันวาคม	243,139.83	169,618.00	73,521.83	0.3024
			MAPE	13.49%

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 แสดงดังรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นอนุกรมเวลารายเดือน ซึ่งถูกเก็บรวบรวมโดย ธนาคารแห่งประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 รวมระยะเวลา 156 เดือน และแบ่งอนุกรมเวลาเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ใช้ในการใช้ในการสร้างตัวแบบและคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม และส่วนที่ 2 ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) ต่ำที่สุด และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ และนำไปวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมและค่า MAPE จากตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม

ตัวแบบพยากรณ์	RMSE	MAPE
วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยองค์ประกอบแนวโน้ม รูปแบบที่ 1	26,831.80	11.41 %
วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยแยกส่วนประกอบ โดยใช้ข้อมูล 6 ปี ในการคำนวณค่าเริ่มต้น (T=6)	28,733.92	14.82 %
วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยองค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 เมื่อ k=4	31,135.85	18.42 %
วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยองค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 4 เมื่อ k=6	33,808.99	16.49 %
วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ARIMA(2,1,2)×SARIMA(0,1,1) ₁₂	18,112.57	13.49 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 5.1 พบว่า ผลการคัดเลือกและวัดประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยมีตัวแบบพยากรณ์เป็น $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ซึ่งให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด เป็น 18,112.57 และให้ค่า MAPE เป็น 13.49 เปอร์เซ็นต์

5.2 อภิปรายผล

ผลจากการวิเคราะห์วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ พบว่า วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันให้ค่า RMSE ที่ไม่ได้ดีกว่าวิธีอื่น ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ รังสิมา อ่อนลมุล และสมศรี บัณฑิตวิไล (2566) และ Dantas et al. (2017) ในกรณีศึกษาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และเสาวภา ชัยพิทักษ์ (2561) ที่ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงของประเทศไทย และงานวิจัยของ วรางคณา เรียนสุทธิ (2563) ที่คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ราคามะม่วงเขียวเสวย ซึ่งพบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุด วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ในงานวิจัยของ รังสิมา อ่อนลมุล และสมศรี บัณฑิตวิไล (2566) และ Dantas et al. (2017) ให้ผลลัพธ์ดีกว่าวิธีอื่นๆ อาจเนื่องมาจากใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์จำนวนมาก และทั้ง 2 กรณี เป็นข้อมูลนักท่องเที่ยว ส่วนวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ อาจให้ผลลัพธ์ดีกว่าวิธีอื่นหากเป็นอนุกรมเวลาที่เกี่ยวกับผลผลิตทางการเกษตร เช่น มะม่วง น้ำมันปาล์มดิบ เป็นต้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างตัวแบบด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ซึ่งยังมีวิธีการพยากรณ์ที่นิยมใช้วิเคราะห์และให้ค่าความถูกต้องสูง เช่น วิธีโครงข่ายประสาทเทียม และเนื่องจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยองค์ประกอบแนวโน้ม รูปแบบที่ 1 เป็นวิธีที่ให้ค่า RMSE น้อยรองลงมาจากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ แสดงดังตารางที่ 5.1 ดังนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกจึงควรนำการกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยองค์ประกอบแนวโน้ม รูปแบบที่ 1 มาพิจารณา

บรรณานุกรม

- จารุวรรณ สิงห์ม่วง และธิดาพร ศุภภากร. (2563). “ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกยางพาราของประเทศไทย.” *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 12(15), 58-82.
- จิรัฐา คำบุญ, เฉลิมพล จตุพรหม, วสุ สุวรรณวิหก และนารีรัตน์ สีระสาร. (2564). “การพยากรณ์ปริมาณและราคาส่งออกน้ำมันปาล์มดิบของประเทศไทย: กรณีศึกษาการวิเคราะห์ทางอนุกรมเวลา.” *Journal of Modern Learning Development*, 6(4), 315-328.
- ดาว สงวนรังศิริกุล, ทรธษา เชี่ยวอนันตวานิช และมณีรัตน์ แสงเกษม. (2558). “การศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ประชากรที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร.” *วารสารวิจัย และพัฒนา มจร.*, 38(1), 35-55.
- ทรงศิริ แต่สมบัติ. (2539). *เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พิสิทธ์เซ็นเตอร์.
- ทิพาภรณ์ หอมดี, วชิรภรณ์ เสนาวัง, พงษ์นธิ มณีกุล, อธิธาตล แฝงนาวิน และภากร ครุฑแสงอนันต์. (2565). “การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครพนม ณ สถานีโครงการน้ำก่ำตอนล่าง.” *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27*. เชียงราย : มหาวิทยาลัยนครพนม.
- นพรัตน์ อ่างวุฒิ. (2560). “การพัฒนาวิธีจัดลำดับการผลิตโดยใช้บีเอบนโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล.” *วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี*.
- บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน). (2560). น้ำมันปาล์ม. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.vcbpalmoil.com/?crude_palm_oil
- บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และเสาวภา ชัยพิทักษ์. (2561). “ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงของประเทศไทย.” *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 26(2), 74-85.
- รังสิมา อ่อนลมุล. (2564). “การเปรียบเทียบการพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์.” *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*.
- รังสิมา อ่อนลมุล และสมศรี บัณฑิตวิไล. (2566). “การเปรียบเทียบการพยากรณ์โฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์: กรณีศึกษาจำนวนผู้โดยสาร
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เห็นแก่ประโยชน์ในการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สนามบินนานาชาติภูเก็ตและสนามบินนานาชาติแม่ฟ้าหลวง เชียงราย.” *The Journal of KMUTNB*, 33(1), 221-231.
- วรางคณา เรียนสุทธิ. (2563). “การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ราคาม่วงเขียวเสวย.” *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 12(23), 52-62.
- Akuno, A.O., Otieno, M.O., Mwangi, C.W. and Bichanga, L.A. (2015). “Statistical Models for Forecasting Tourists’ Arrival in Kenya.” *Open Journal of Statistics*, 5, 60-65.
- Box, G.E.P., Jenkins G.M., and Reinsel G.C. (1994). **Time series analysts forecasting and control**. New Jersey : Prentice Hall. Inc.
- Breiman, L., 1996. “Bagging Predictors.” *Machine Learning*, 24(2), 123-140.
- Dantas, T.M., Oliveria, F.L.C. and Repolho, H.M.V. (2017). “Air transportation demand forecast through Bagging Holt Winters methods.” *Journal of Air Transport Management*, 59, 116-123.
- Efron, B. (1979). **Breakthroughs in Statistics**. Springer.
- Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2009). **The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction**. Springer.
- Holt, C.C. (2004). “Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages.” *International Journal of Forecasting*, 20(1), 5-10.
- Evans, M. (2009). **MINITAB Manual**. United States of America : W.H. Freeman and Company.
- Suppalakpanya, K., Ruamporn, N., Booranawong, A. and Booranawong, T. (2019). “ An evaluation of Holt-Winters methods with different initial trend values for forecasting crude palm oil production and prices in Thailand.” *Suranaree Journal of Science and Technology*, 26(1), 13-22.

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก อนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

ตารางที่ ก.1 อนุกรมเวลาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565

หน่วย : ตัน

ปี พ.ศ.	เดือน											
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
2553	83,585.00	84,333.10	118,579.10	122,636.50	116,402.90	102,521.20	108,375.90	117,770.00	128,550.30	123,265.80	87,626.90	68,836.70
2554	89,568.00	114,489.70	140,780.30	124,297.80	130,425.20	119,990.60	118,336.70	106,585.90	95,806.40	79,920.00	57,898.40	44,531.50
2555	49,965.80	71,223.30	119,903.50	136,278.80	165,055.80	171,253.80	170,619.20	165,445.90	158,593.30	192,014.40	180,255.70	150,102.30
2556	130,127.10	123,789.30	136,420.30	127,853.40	133,911.10	117,452.50	134,117.80	168,176.00	184,083.20	183,739.60	178,281.20	165,537.80
2557	110,592.20	131,987.80	204,559.90	199,945.70	237,217.60	198,461.70	174,780.50	142,937.70	129,878.10	127,726.00	90,218.70	62,830.20
2558	60,449.70	93,956.90	169,545.70	209,645.90	239,227.00	195,580.70	160,435.90	152,098.00	154,470.70	160,573.20	132,042.00	104,853.80
2559	85,652.20	109,332.70	166,879.10	170,696.20	148,475.50	130,196.30	127,011.50	144,704.70	148,685.90	133,706.20	131,053.40	118,331.00
2560	96,750.70	110,879.50	180,740.80	217,009.70	224,189.50	169,887.00	159,035.20	186,413.00	206,238.50	243,361.20	253,231.20	233,256.70
2561	222,167.46	210,838.82	258,318.23	228,574.42	193,817.26	151,749.69	137,307.96	159,832.62	171,085.95	201,021.42	205,394.29	217,610.88
2562	201,287.63	211,633.57	276,666.72	276,247.76	318,591.11	254,493.70	242,748.06	229,868.89	191,552.25	168,465.92	140,313.34	114,144.67
2563	92,436.70	127,337.69	220,805.86	253,912.75	291,714.56	289,352.83	262,331.31	233,450.93	183,796.42	157,567.36	113,024.89	88,449.06
2564	88,933.54	135,999.86	237,713.02	286,437.74	318,496.59	242,829.91	222,852.57	229,800.90	212,184.97	211,582.29	185,718.15	144,254.45
2565	142,529.33	169,145.50	253,127.05	254,874.59	233,932.38	228,459.99	237,286.89	243,186.68	261,954.49	281,169.46	256,295.18	243,139.83

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข การเขียนคำสั่ง Microsoft Visual Basic for Applications ในโปรแกรม Microsoft Excel

การเขียนคำสั่ง Microsoft Visual Basic for Applications ในโปรแกรม Microsoft Excel สำหรับใช้กดคำสั่งกระบวนการทั้งหมด

```
Sub AllProcess_Click()  
    Call Button2_Click  
    Call Button3_Click  
    Call Button4_Click  
End Sub
```

การเขียนคำสั่ง Microsoft Visual Basic for Applications ในโปรแกรม Microsoft Excel สำหรับใช้กดคำสั่งสำหรับใช้พยากรณ์อนุกรมเวลา 100 ชุด ด้วย วิธีแบกกิงโสลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มรูปแบบที่ 3 ที่มีขอบเขตการสุ่มค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 4 ($k=4$)

```
Sub Button2_Click()  
    Dim i, j, k, m, no As Long  
    Dim x, y, xSheet, pl As String  
    Dim xWs As Worksheet  
    Application.ScreenUpdating = False  
    Application.DisplayAlerts = False  
    For Each xWs In Application.ActiveWorkbook.Worksheets  
        If xWs.Name <> "Sheet1" Then  
            xWs.Delete  
        End If  
    Next  
    Application.DisplayAlerts = True  
    Application.ScreenUpdating = True  
  
    no = Worksheets("Sheet1").Range("L5:L5").Value  
    If no <= 0 Then  
        MsgBox ("enter no of Sheets in cells L5")  
        Exit Sub  
    End If  
  
    For i = 1 To no  
        Worksheets.Add(After:=Worksheets(Worksheets.Count)).Name = "a" & i  
    Next i  
  
    For i = 1 To no  
        xSheet = "a" & i  
        Worksheets(xSheet).Range("A1:M1").Value = Worksheets("Sheet1").Range("A1:M1").Value  
        Worksheets(xSheet).Range("A1:C145").Value = Worksheets("Sheet1").Range("A1:C145").Value  
        Worksheets(xSheet).Range("D2:D142").Formula = "=RandBetween(1, 4)"  
        Worksheets(xSheet).Range("D143").Formula = "=RandBetween(1, 3)"  
        Worksheets(xSheet).Range("D144").Formula = "=RandBetween(1, 2)"  
        Worksheets(xSheet).Range("D145").Formula = "=RandBetween(1, 1)"  
        Worksheets(xSheet).Range("D2:D145").Value = Worksheets(xSheet).Range("D2:D145").Value  
        For j = 2 To 145  
            k = j + 3  
            x = "=INDEX(C" & j & ":C" & k & ",D" & j & ")"  
            y = "E" & j & ":E" & j  
            Worksheets(xSheet).Range(y).Formula = x  
        Next j  
    Next i  
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Next j
Worksheets(xSheet).Range("F2:F145").Formula = "=B2+E2"
Worksheets(xSheet).Range("B2:C145").NumberFormat = "#,###,##0.0#####"
Worksheets(xSheet).Range("E2:F145").NumberFormat = "#,###,##0.0#####"

Worksheets(xSheet).Range("N2:O4").Value = Worksheets("Sheet1").Range("N2:O4").Value

Worksheets(xSheet).Range("H13:H13").Formula = "=SUM(F2:F13)/12"
Worksheets(xSheet).Range("I13:I13").Formula = "=(F3-F2)+(F4-F3)+(F5-F4))/3"
Worksheets(xSheet).Range("J13:J13").Formula = "=H13+I13"
Worksheets(xSheet).Range("K2:K13").Formula = "=F2-$H$13"
Worksheets(xSheet).Range("L13:L13").Formula = "=J13+K2"

For m = 14 To 145
Worksheets(xSheet).Cells(m, 7).FormulaR1C1 = "=RC[-1]-R[-1]C[5]"
Worksheets(xSheet).Cells(m, 8).FormulaR1C1 = "=R[-1]C[2]+R2C15*RC[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(m, 9).FormulaR1C1 = "=R[-1]C+R2C15*R3C15*RC[-2]"
Worksheets(xSheet).Cells(m, 10).FormulaR1C1 = "=RC[-2]+RC[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(m, 11).FormulaR1C1 = "=R[-12]C+R4C15*(1-R2C15)*RC[-4]"
Worksheets(xSheet).Cells(m, 12).FormulaR1C1 = "=RC[-2]+R[-11]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(m, 13).FormulaR1C1 = "=RC[-6]*RC[-6]"
Next m

Worksheets(xSheet).Cells(146, 12).FormulaR1C1 = "=R[-1]C[-4]+R[-1]C[-3]+R[-12]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(147, 12).FormulaR1C1 = "=R[-2]C[-4]+2*R[-2]C[-3]+R[-12]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(148, 12).FormulaR1C1 = "=R[-3]C[-4]+3*R[-3]C[-3]+R[-12]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(149, 12).FormulaR1C1 = "=R[-4]C[-4]+4*R[-4]C[-3]+R[-12]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(150, 12).FormulaR1C1 = "=R[-5]C[-4]+5*R[-5]C[-3]+R[-12]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(151, 12).FormulaR1C1 = "=R[-6]C[-4]+6*R[-6]C[-3]+R[-12]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(152, 12).FormulaR1C1 = "=R[-7]C[-4]+7*R[-7]C[-3]+R[-12]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(153, 12).FormulaR1C1 = "=R[-8]C[-4]+8*R[-8]C[-3]+R[-12]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(154, 12).FormulaR1C1 = "=R[-9]C[-4]+9*R[-9]C[-3]+R[-12]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(155, 12).FormulaR1C1 = "=R[-10]C[-4]+10*R[-10]C[-3]+R[-12]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(156, 12).FormulaR1C1 = "=R[-11]C[-4]+11*R[-11]C[-3]+R[-12]C[-1]"
Worksheets(xSheet).Cells(157, 12).FormulaR1C1 = "=R[-12]C[-4]+12*R[-12]C[-3]+R[-12]C[-1]"

Worksheets(xSheet).Range("L159:L159").Value = "MSE ="
Worksheets(xSheet).Range("L160:L160").Value = "RMSE ="
Worksheets(xSheet).Range("M159:M159").Value = "=AVERAGE(M14:M145)"
Worksheets(xSheet).Range("M160:M160").Value = "=SQRT(AVERAGE(M14:M145))"

Worksheets(xSheet).Range("G14:M160").NumberFormat = "#,###,##0.0#####"
Worksheets(xSheet).Range("H13:L13").NumberFormat = "#,###,##0.0#####"
Worksheets(xSheet).Range("K2:k13").NumberFormat = "#,###,##0.0#####"
Worksheets(xSheet).Range("M159:M160").NumberFormat = "#,###,##0.0#####"
Next i

End Sub

```

การเขียนคำสั่ง Microsoft Visual Basic for Applications ในโปรแกรม Microsoft Excel สำหรับใช้กดคำสั่งสำหรับใช้ Solver Module ประมาณค่าพารามิเตอร์ปรับน้ำหนักขององค์ประกอบระดับแนวโน้ม และฤดูกาล

```

Sub Button3_Click()
Dim i, no As Long
Dim xSheet As String

no = Worksheets("Sheet1").Range("L5:L5").Value
If no <= 0 Then
MsgBox ("enter no of Sheets in cells L5")
Exit Sub
End If

For i = 1 To no
xSheet = "a" & i
Worksheets(xSheet).Activate
SolverReset
SolverOk SetCell:="$M$159", MaxMinVal:=2, ValueOf:=0, ByChange:="$O$2:$O$4", _
Engine:=1, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
SolverAdd CellRef:="$O$2:$O$4", Relation:=1, FormulaText:=1
SolverAdd CellRef:="$O$2:$O$4", Relation:=3, FormulaText:=0
SolverSolve True
Next i
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนคำสั่ง Microsoft Visual Basic for Applications ในโปรแกรม Microsoft Excel สำหรับใช้กดคำสั่งสำหรับใช้หา Median ของค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลาใหม่

```

Sub Button4_Click()
Dim xSheet, medianFormula As String
Dim col, a1 As Long
Dim xWs As Worksheet
Application.ScreenUpdating = False
Application.DisplayAlerts = False
For Each xWs In Application.ActiveWorkbook.Worksheets
If xWs.Name = "medianSheet" Then
xWs.Delete
End If
Next
Application.DisplayAlerts = True
Application.ScreenUpdating = True

no = Worksheets("Sheet1").Range("L5:L5").Value
If no <= 0 Then
MsgBox ("enter no of Sheets in cells L5")
Exit Sub
End If

Worksheets.Add(After:=Worksheets(Worksheets.Count)).Name = "medianSheet"

For i = 1 To no
xSheet = "a" & i
For m = 1 To 157
Worksheets("medianSheet").Cells(m, i).Value = Worksheets(xSheet).Cells(m, 12).Value
Worksheets("medianSheet").Cells(m, i).NumberFormat = "#,###,##0.0#####"
Next m
Next i

For i = 13 To 157
Worksheets("medianSheet").Cells(i, 101).FormulaR1C1 = "=MEDIAN(RC[-100]:RC[-1])"
Worksheets("medianSheet").Cells(i, 101).NumberFormat = "#,###,##0.0#####"
Next i
MsgBox "end"
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายอริญชัย บุญวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด	7 สิงหาคม พ.ศ.2540
ที่อยู่ปัจจุบัน	115 ม.7 ต.โคกคราม อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี 72150
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2562 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ เกรดเฉลี่ย 2.40 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผลงานทางวิชาการ	การเปรียบเทียบการพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้น ที่แตกต่างกัน วิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ กรณีศึกษา: จำนวนผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของประเทศไทย จัดพิมพ์ลงในวารสารวิชาการ พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 35 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม-มีนาคม 2568



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้