

การเปรียบเทียบการพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์
เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

COMPARISON OF FORECASTING TECHNIQUES BETWEEN
HOLT-WINTERS METHOD WITH DIFFERENT INITIAL VALUES
AND BAGGING HOLT-WINTERS METHOD



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2564

KMITL-2021-SC-M-050-005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARISON OF FORECASTING TECHNIQUES BETWEEN
HOLT-WINTERS METHOD WITH DIFFERENT INITIAL VALUES
AND BAGGING HOLT-WINTERS METHOD



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE PROGRAM
IN STATISTICS AND BUSINESS ANALYTICS
DEPARTMENT OF STATISTICS SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2021

KMITL-2021-SC-M-050-005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2021

SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบการพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์
ชื่อนักศึกษา	นางสาวรังสิมา อ่อนลมุล
รหัสประจำตัว	62605091
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ)
ภาควิชา	สถิติ
พ.ศ.	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน และวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ โดยใช้ข้อมูลเวลารายเดือนที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล จำนวน 8 ชุด ได้แก่ จำนวนเที่ยวบินและจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต ท่าอากาศยานหาดใหญ่ ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย และท่าอากาศยานดอนเมือง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ซึ่งรวบรวมโดยบริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) และแบ่งอนุกรมเวลาแต่ละชุดออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์และคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ ส่วนที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต จำนวนเที่ยวบินและจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ จำนวนเที่ยวบินและจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย รวม 5 ชุด ได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดมาจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งมีค่า MAPE เป็นร้อยละ 4.32, 6.54, 11.64, 11.80 และ 5.58 ตามลำดับ ในขณะที่จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต จำนวนเที่ยวบินและจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง ได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ ซึ่งมีค่า MAPE เป็นร้อยละ 2.05, 4.35 และ 2.85 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การพยากรณ์อนุกรมเวลา จำนวนเที่ยวบิน จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยาน
วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ วิธีโฮลท์-วินเทอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Comparison of Forecasting Techniques between Holt-Winters Method with Different Initial Values and Bagging Holt-Winters Method
Student Name	Miss Rangsimā Onlamul
Student ID	62605091
Degree	Master of Science (Statistics and Business Analytics)
Department	Statistics
Year	2021
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr.Somsri Bandivilai

Abstract

The objective of this research is to study and compare forecasting models between Holt-Winters method with different initial values and Bagging Holt-Winters method based on eight monthly data sets which have both trend and seasonal variation of total airport passengers and total aircraft movement of Phuket International Airport, Hat Yai International Airport, Mae Fah Luang Chiang Rai International Airport and Don Mueang International Airport. All data sets from January 2003 to December 2019 were collected by the Airport of Thailand Public Company Limited. Each data set is divided into 2 sets. The first set from January 2009 to December 2018 is used to construct the forecasting models and select a model by employing the minimum Mean Square Error (MSE) and residuals have normal distribution. The second set from January to December 2019 is used to compute the accuracy of forecasting model by using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results show that the Bagging Holt-Winters method is the most appropriate method for total passengers of Phuket International Airport, total aircraft movement and total passengers of Hat Yai International Airport, total aircraft movement and total passengers of Mae Fah Luang Chiang Rai International Airport and MAPE are 4.32%, 6.54%, 11.64%, 11.80% and 5.58% respectively and the Holt-Winters method with initial value by decomposition method is the most appropriate method for total aircraft movement of Phuket International Airport, total aircraft movement and total

passengers of Don Mueang International Airport and MAPE are 2.05%, 4.35% and 2.85% respectively.

Keywords : Time Series Forecasting, Total Aircraft Movement, Total Airport Passengers, Bagging Holt-Winters Method, Holt-Winters Method



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลืออย่างทุ่มเทให้แก่ผู้วิจัย ตั้งแต่การแนะนำในการกำหนดหัวข้อ การเลือกข้อมูล ให้คำปรึกษาในรายละเอียดต่างๆ ตลอดเวลาที่ผู้วิจัยติดปัญหาหรือเกิดความไม่เข้าใจในประเด็นต่างๆ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องเนื้อหาในเล่ม วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล และรองศาสตราจารย์ ดร.อัมมา อระวีพร ประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและการตรวจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ นอกจากนี้ยังขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษา (ทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ประเภททุน ยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษาแบบเหมาจ่าย) ตั้งแต่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ถึงปัจจุบันและ ทุนสนับสนุนการนำเสนอผลงานทางวิชาการ (ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ) ประจำปี 2564

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านทุกท่าน และ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัย ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นางสาวรังสิมา อ่อนลมุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1.1 อนุกรมเวลาและส่วนประกอบของอนุกรมเวลา	4
2.1.2 วิธีแยกส่วนประกอบ	5
2.1.3 วิธีโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)	6
2.1.3.1 วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก	7
2.1.3.2 วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ	8
2.1.3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ปรับน้ำหนัก	9
2.1.3.4 เกณฑ์การทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์	9
2.1.3.5 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์	9
2.1.4 วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ (Bagging Holt-Winters Method)	10
2.1.4.1 แบกกิ้ง	10
2.1.4.2 วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์	11
2.1.4.3 เกณฑ์การทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์	11
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
2.2.1 ค่าเริ่มต้นของวิธีโฮลท์-วินเทอร์	13
2.2.1.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นของวิธีโฮลท์-วินเทอร์	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ค่าเริ่มต้นของวิธีโฮลท์-วินเทอร์

2.2.1.2 การเปรียบเทียบการพยากรณ์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน

ของวิธีโฮลท์-วินเทอร์ 15

2.2.2 การพยากรณ์ด้วยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ 16

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 18

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล 18

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น 18

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 23

3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่
แตกต่างกัน 23

3.3.1.1 การกำหนดค่าเริ่มต้น 23

1. การกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1 23

2. การกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2 25

3.3.1.2 การสร้างตัวแบบพยากรณ์ 25

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ 26

3.4 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ 30

3.5 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ 30

3.6 สรุปและอภิปรายผล 30

บทที่ 4 ผลการวิจัย 31

4.1 อนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต 31

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต 31

4.1.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยาน

ภูเก็ต 34

4.1.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยาน

ภูเก็ต 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย (ต่อ)

4.2 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต	37
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต	37
4.2.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต	40
4.2.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยาน ภูเก็ต	41
4.3 อนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่	43
4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่	43
4.3.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยาน หาดใหญ่	46
4.3.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยาน หาดใหญ่	47
4.4 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่	49
4.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่	49
4.4.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยาน หาดใหญ่	52
4.4.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยาน หาดใหญ่	53
4.5 อนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย	55
4.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย	55
4.5.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยาน แม่ฟ้าหลวง เชียงราย	58
4.5.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยาน แม่ฟ้าหลวง เชียงราย	59

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย (ต่อ)

4.6 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย	61
4.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยาน แม่ฟ้าหลวง เชียงราย	61
4.6.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยาน แม่ฟ้าหลวง เชียงราย	64
4.6.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยาน แม่ฟ้าหลวง เชียงราย	65
4.7 อนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง	67
4.7.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง	67
4.7.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยาน ดอนเมือง	70
4.7.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยาน ดอนเมือง	71
4.8 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง	73
4.8.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง	73
4.8.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยาน ดอนเมือง	76
4.8.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยาน ดอนเมือง	77
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล	79
5.1 สรุปผลการวิจัย	79
5.2 การอภิปรายผล	81
5.3 ข้อเสนอแนะ	83
บรรณานุกรม	84
ภาคผนวก	87
ภาคผนวก ก ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา	88
ประวัติผู้เขียน	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ	16
4.1 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ตโดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1.....	31
4.2 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2.....	32
4.3 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต โดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์.....	33
4.4 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 3 ปี ($T=3$) สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562	35
4.5 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1.....	37
4.6 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2.....	38
4.7 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต โดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์.....	39
4.8 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกเมื่อ $k=2$ และใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562.....	41
4.9 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่ โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1	43
4.10 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่ โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2	44
4.11 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่ โดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์.....	45

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.12 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อ $k=3$ และใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับ จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562.....	47
4.13 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ โดยวิธี โฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1.....	49
4.14 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ โดยวิธี โฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2.....	50
4.15 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ โดยวิธี แบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์.....	51
4.16 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อ $k=4$ ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวน ผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562.....	53
4.17 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงรายโดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1.....	55
4.18 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงรายโดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2.....	56
4.19 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงรายโดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์.....	57
4.20 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อ $k=3$ ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวน เที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562.....	59
4.21 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1.....	61
4.22 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2.....	62
4.23 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย โดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์.....	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.24 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อ $k=2$ ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับ จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงรายตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงธันวาคม พ.ศ. 2562.....	65
4.25 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธี โฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1.....	67
4.26 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธี โฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2.....	68
4.27 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธี แบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์.....	69
4.28 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนด ค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนเที่ยวบิน ของท่าอากาศยานดอนเมืองตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562.....	71
4.29 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธี โฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1.....	73
4.30 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธี โฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2.....	74
4.31 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธี แบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์.....	75
4.32 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนด ค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนผู้โดยสาร ของท่าอากาศยานดอนเมือง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562.....	77
5.1 สรุปตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดและค่า MAPE จากตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ที่สุดของอนุกรมเวลาทั้ง 8 ชุด	80
5.2 ลักษณะของอนุกรมเวลาและวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม	83
ก.1 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต (เที่ยว)	89
ก.2 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต (คน)	90
ก.3 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่ (เที่ยว)	91
ก.4 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ (คน)	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.5 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย (เที่ยว)	93
ก.6 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย (คน)	94
ก.7 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง (เที่ยว)	95
ก.8 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง (คน)	96



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 อนุกรมเวลาและองค์ประกอบของอนุกรมเวลา.....	5
2.2 การเปรียบเทียบอิทธิพลฤดูกาลรูปแบบบวก (ซ้าย) และรูปแบบคูณ (ขวา)	7
2.3 เทคนิคแบกกิ้ง (Bagging, Bootstrap Aggregation)	10
3.1 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ตรายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561	19
3.2 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ตรายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561	19
3.3 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่รายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561	20
3.4 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่รายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561	20
3.5 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย รายเดือน ระหว่างเดือน มกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561	21
3.6 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย รายเดือน ระหว่างเดือน มกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561	21
3.7 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมืองรายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561	22
3.8 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมืองรายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561	22
3.9 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดขอบเขตการ สุ่มเศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา ($k=4$)	27
3.10 การสุ่มเศษเหลือแบบบูตสแตรปของเศษเหลือด้วยวิธี Moving Block Bootstrap (MBB) เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา ($k=4$)	28
4.1 เศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วน ประกอบจากข้อมูล 3 ปี ($T=3$) สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต.....	34
4.2 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้น ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 3 ปี ($T=3$) สำหรับจำนวนเที่ยวบินของ ท่าอากาศยานภูเก็ต	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3	เศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่ม เศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์ สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต 40
4.4	ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนด ขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกัน ของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต 42
4.5	เศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่ม เศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์ สุดท้าย สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่ 46
4.6	ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนด ขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกัน ของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่ 48
4.7	เศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่ม เศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา ($k=4$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์ สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ 52
4.8	ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนด ขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา ($k=4$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกัน ของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ 54
4.9	เศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่ม เศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์ สุดท้าย สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย 58
4.10	ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนด ขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกัน ของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย 60
4.11	เศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่ม เศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์ สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย 64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย	66
4.13 เศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง	70
4.14 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง	72
4.15 เศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง	76
4.16 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง	78

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพยากรณ์ที่มีความถูกต้องแม่นยำ เป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการวางแผนการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความคุ้มค่า นำมาซึ่งประโยชน์ด้านต่างๆ ให้แก่หน่วยงานหรือองค์กรทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ปัจจุบันมีวิธีการพยากรณ์ที่นิยมใช้หลายวิธี เช่น วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ซึ่งนอกจากจะนำวิธีการพยากรณ์มาศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์แล้ว ยังมีการปรับปรุงสมการปรับค่าเพื่อให้ค่าพยากรณ์มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการนำเทคนิคทางการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เช่น แบกกิง (Bagging) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลา โดยเริ่มจากการประยุกต์ใช้เทคนิคแบกกิงกับวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Bergmeir et al., 2016) จากนั้นนำเทคนิคแบกกิงมาประยุกต์ใช้กับวิธีโฮลท์-วินเทอร์ (Dantas et al., 2017) และสุดท้าย นำเทคนิคแบกกิงมาประยุกต์ใช้กับวิธีโฮลท์-วินเทอร์แบบปรับค่าแนวโน้ม (ฉัตรวุฒิ, 2563) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ของอนุกรมเวลารายเดือนที่ประยุกต์ใช้เทคนิคแบกกิง ล้วนให้ค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวแบบพยากรณ์ที่ไม่ได้นำเทคนิคแบกกิงมาประยุกต์ใช้ โดยแบกกิงเป็นการสุ่มตัวอย่างบูตสเตรป (Bootstrap) หรือการสุ่มตัวอย่างแบบใส่คืน เพื่อสร้างตัวอย่างบูตสเตรปจำนวนมากและนำตัวแบบที่สร้างจากตัวอย่างบูตสเตรปทั้งหมดมารวมกัน (Aggregation) เพื่อสร้างตัวแบบสุดท้ายเพียงชุดเดียว ซึ่งจากการสุ่มตัวอย่างบูตสเตรปด้วยจำนวนครั้งที่มาก จะทำให้การแจกแจงของตัวอย่างมีแนวโน้มใกล้เคียงการแจกแจงปกติ และสามารถลดความแปรปรวนของตัวอย่างได้ ดังนั้นเมื่อนำเทคนิคแบกกิงมาประยุกต์ใช้กับการพยากรณ์อนุกรมเวลา ในส่วนของการสุ่มเศษเหลือ (Residual) เพื่อลดความแปรปรวนของเศษเหลือก่อนนำไปสร้างตัวแบบพยากรณ์ จึงทำให้ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยข้างต้น

วิธีโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method) เป็นวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มเส้นตรงและฤดูกาล จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า วิธีโฮลท์-วินเทอร์เป็นวิธีที่นิยมนำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์กับวิธีอื่นๆ เช่น บ็อกซ์-เจนกินส์ โครช่ายประสาทเทียม ฯลฯ โดยอาศัยการประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ทำให้มีงานวิจัยเพียงบางส่วนที่กล่าวถึงวิธีการกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ แนวโน้มและฤดูกาลในวิธีโฮลท์-วินเทอร์ และพบว่ามีงานวิจัยเพียงส่วนน้อยที่สนใจศึกษาประสิทธิภาพการพยากรณ์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน โดยงานวิจัยของ Booranawong and Booranawong (2018) ได้ศึกษาการกำหนดค่าเริ่มต้นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน ในวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบดับเบิลและวิธีโฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งพบว่า มีเพียงวิธีโฮลท์-วินเทอร์เท่านั้น ที่การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกันส่งผลต่อความถูกต้องของค่าพยากรณ์ เช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยของ Suppalakpanya et al. (2019) ในขณะที่คุณากรและสมศรี (2563) ได้ศึกษาการกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ ซึ่งพบว่า การใช้ข้อมูล 5 ปีในการแยกส่วนประกอบเพื่อกำหนดค่าเริ่มต้นนั้น สามารถลดความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ลงได้มากกว่า 50% เมื่อเปรียบเทียบกับ การกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยการใช้ข้อมูล 1 ปีแรก

จากที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันของวิธีโฮลท์-วินเทอร์ และการนำเทคนิคแบกกิ้งมาประยุกต์ใช้กับวิธีโฮลท์-วินเทอร์ จึงเป็นที่มาของการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งยังไม่เคยมีงานวิจัยใดทำมาก่อน โดยใช้ข้อมูลเวลารายเดือนที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล จำนวน 8 ชุด

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์
2. เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ โดยใช้ข้อมูลเวลารายเดือนจำนวนเที่ยวบิน (Total Aircraft Movement) ซึ่งเป็นจำนวนเที่ยวบินทั้งขาเข้าและขาออก และจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยาน (Total Airport Passengers) ซึ่งเป็นจำนวนผู้โดยสารทั้งขาเข้าและขาออก ของท่าอากาศยานภูเก็ต (HKT) ท่าอากาศยานหาดใหญ่ (HDY) ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย (CEI) และท่าอากาศยานดอนเมือง (DMK) รวม 8 ชุด ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ที่ถูกรวบรวมโดยบริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวม 204 เดือน (17 ปี) และแบ่งอนุกรมเวลาแต่ละชุดออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ และส่วนที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน มีการกำหนดค่าเริ่มต้น 2 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 การใช้ข้อมูล 1 ปีแรก เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยการใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ที่มีค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม (Trend) ที่แตกต่างกัน 5 แบบ และวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบ เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ 2-15 ปี ($T=2,3,4,\dots,15$) ในการกำหนดค่าเริ่มต้น รวม 14 แบบ

การสุ่มเศษเหลือแบบใส่คืนเพื่อสร้างตัวอย่างบูตสเตรปในวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์ ใช้วิธี Moving Block Bootstrap (MBB) ที่มีการกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือตั้งแต่ 2-12 ช่วงเวลา ($k=2,3,4,\dots,12$) และการหาค่าพยากรณ์สุดท้ายเพียงชุดเดียวในแต่ละขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ k นั้น จะใช้การรวมกันด้วยค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐาน

การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) ต่ำที่สุด และเศษเหลือของตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ต้องมีการแจกแจงปกติ ในขณะที่การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์นั้น ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงประสิทธิภาพการพยากรณ์ของวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์
2. ทราบถึงลักษณะอนุกรมเวลาที่เหมาะสมกับการเลือกใช้วิธีโฮลท์-วินเทอร์และวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์
3. ทราบถึงขอบเขตการสุ่มเศษเหลือที่เหมาะสมในวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์
4. ทราบถึงลักษณะอนุกรมเวลาที่เหมาะสมกับการเลือกใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้ายในวิธีแบกกิงโฮลท์-วินเทอร์

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ โดยใช้ข้อมูลจำนวนเที่ยวบินและจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานในประเทศไทยในการศึกษา ซึ่งได้แนวคิดมาจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

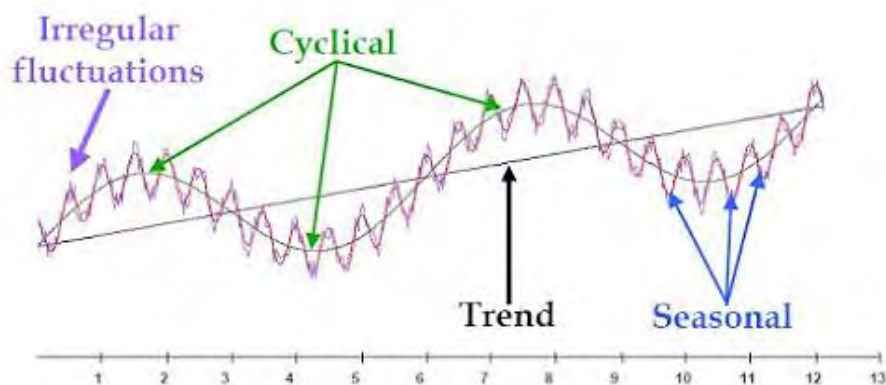
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 อนุกรมเวลาและส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

อนุกรมเวลา หมายถึง ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีความสัมพันธ์กับเวลา โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกเก็บรวบรวม ณ ช่วงเวลาต่างๆ เช่น รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส หรือรายปี (ทรงศิริ, 2539) ซึ่งเป็นหนึ่งในการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting) ที่มีการสร้างตัวแบบ (Model) เพื่อทำนายค่าในอนาคต ซึ่งการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพนั้นจะเกิดขึ้นเมื่ออนุมานได้ว่า รูปแบบ (Pattern) ของข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีต จะยังคงทวนซ้ำหรือจะเกิดขึ้นใหม่ในอนาคต (Moon, 2013) อนุกรมเวลามีส่วนประกอบหรือสาเหตุของความแปรผันแบบต่างๆ จำนวน 4 องค์ประกอบ แสดงดังรูปที่ 2.1

1. แนวโน้ม (Trend Component: T_t) คือ การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาว ซึ่งอาจมีค่าเพิ่มขึ้น (Upward) หรือลดลง (Downward) ได้และมีได้หลายลักษณะ เช่น แนวโน้มเส้นตรง (Linear Trend) แนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend) แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Trend) และแนวโน้มตัว S (S-Shaped Trend)
2. ฤดูกาล (Seasonal Component: S_t) คือ การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง ส่วนมากจะเกิดซ้ำในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละปี ดังนั้นอนุกรมเวลาที่อาจพบฤดูกาลได้นั้น จะต้องถูกเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลอย่างน้อย 2 ปี
3. วัฏจักร (Cyclical Component: C_t) คือ การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ในช่วงเวลาหนึ่งที่ยาวนานกว่าฤดูกาล โดยอาจพบวัฏจักรได้ในอนุกรมเวลาระยะยาว
4. เหตุการณ์ผิดปกติ (Irregular Component: I_t) คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือจากแนวโน้ม ฤดูกาลและวัฏจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 อนุกรมเวลาและองค์ประกอบของอนุกรมเวลา

ที่มา : <https://www.fromthegenesis.com/components-of-time-series/>

โดยสาเหตุของความแปรผันเหล่านี้ สามารถระบุความสัมพันธ์ได้ 2 รูปแบบ ได้แก่

- รูปแบบบวก (Additive Model)

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t \quad (2.1)$$

- รูปแบบคูณ (Multiplicative Model)

$$Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t \quad (2.2)$$

2.1.2 วิธีแยกส่วนประกอบ

วิธีแยกส่วนประกอบเป็นการแยกองค์ประกอบของอนุกรมเวลาออกเป็นแนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักรและเหตุการณ์ผิดปกติ โดยอนุกรมเวลารายเดือนที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีเพียงองค์ประกอบของแนวโน้ม ฤดูกาลและเหตุการณ์ผิดปกติ ซึ่งจะใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณความผันแปรของฤดูกาล

1.1 หาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบกึ่งกลาง 12 เดือน (12 months Center Moving Average)

1.2 คำนวณความผันแปรของฤดูกาล

- กรณีรูปแบบบวก

นำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบกึ่งกลาง 12 เดือน หักออกจากค่าสังเกต (Y_t) เพื่อขจัดแนวโน้ม จากนั้นนำค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาล แล้วนำค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตที่ขจัดแนวโน้มแล้ว ไปหักออกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาลเพื่อหาความผันแปรของแต่ละฤดูกาล โดยผลรวมของความผันแปรของฤดูกาลต้องเท่ากับ 0

- กรณีรูปแบบคูณ

นำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบกึ่งกลาง 12 เดือน หาค่าสังเกต (Y_t) เพื่อจัดแนวโน้ม จากนั้นนำไปหาค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาล แล้วนำค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตที่จัดแนวโน้มแล้ว ไปหารค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาลเพื่อหาความผันแปรของแต่ละฤดูกาล โดยผลรวมของความผันแปรของฤดูกาลต้องเท่ากับ 12

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณแนวโน้ม

- กรณีรูปแบบบวก

นำความผันแปรของแต่ละฤดูกาลไปหักออกจากค่าสังเกต (Y_t) เพื่อจัดความผันแปรของฤดูกาล จากนั้นคำนวณแนวโน้มเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method)

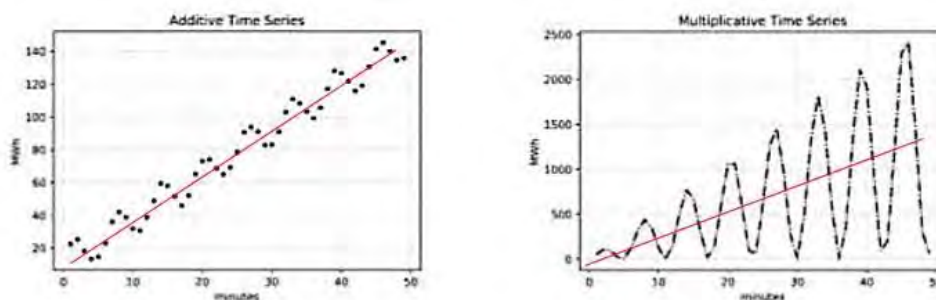
- กรณีรูปแบบคูณ

นำความผันแปรของแต่ละฤดูกาลไปหารค่าสังเกต (Y_t) เพื่อจัดความผันแปรของฤดูกาล จากนั้นคำนวณแนวโน้มเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method)

2.1.3 วิธีโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)

วิธีโฮลท์-วินเทอร์ เป็นหนึ่งในวิธีพยากรณ์แบบปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) ที่ให้น้ำหนักกับค่าสังเกตปัจจุบันมากกว่าค่าสังเกตในอดีต โดยลดหลั่นลงไปแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ซึ่งวิธีโฮลท์-วินเทอร์เป็นวิธีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายและเหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มเส้นตรงและฤดูกาล โดยมีพารามิเตอร์ปรับน้ำหนัก 3 ค่า ได้แก่ แอลฟา (α) สำหรับองค์ประกอบระดับ (Level) เบตา (β) สำหรับองค์ประกอบแนวโน้ม (Trend) และแกมมา (γ) สำหรับองค์ประกอบฤดูกาล (Seasonal) ซึ่งพารามิเตอร์ทั้ง 3 ต้องมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 และการสร้างสมการพยากรณ์นั้น จะต้องปรับค่าองค์ประกอบระดับ แนวโน้ม และฤดูกาล ด้วยสมการปรับค่าขององค์ประกอบทั้ง 3

จากความผันแปรของอิทธิพลฤดูกาล (Seasonal Variance) ทำให้แบ่งรูปแบบการพยากรณ์ของวิธีโฮลท์-วินเทอร์ได้ 2 รูปแบบ คือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก (Additive Holt-Winters: AHW) สำหรับอิทธิพลฤดูกาลที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอัตราที่คงที่และวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ (Multiplicative Holt-Winters: MHW) สำหรับอิทธิพลฤดูกาลที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นสัดส่วนกับแนวโน้ม (Hyndman et al, 2008) ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การเปรียบเทียบอิทธิพลฤดูกาลรูปแบบบวก (ซ้าย) และรูปแบบคูณ (ขวา)

ที่มา : https://www.slideshare.net/ankit_ppt/lesson-1-introductiontotimeseries

2.1.3.1 วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก

สมการปรับค่าของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก สำหรับองค์ประกอบระดับ แนวโน้มและฤดูกาล แสดงดังสมการที่ (2.3), (2.4) และ (2.5) ตามลำดับ

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.3)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.4)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-m} \quad (2.5)$$

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 (2.6)

$$\hat{Y}_{t+p} = (L_t + pb_t) + S_{t-m+p} \quad (2.6)$$

เมื่อ L_t คือ ค่าประมาณองค์ประกอบระดับ ณ หน่วยเวลา t

b_t คือ ค่าประมาณองค์ประกอบแนวโน้ม ณ หน่วยเวลา t

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สมการปรับค่าของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ สำหรับองค์ประกอบระดับ แนวโน้มและฤดูกาล แสดงดังสมการที่ (2.7), (2.8) และ (2.9) ตามลำดับ

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

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.8)$$

$$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma)S_{t-m} \quad (2.9)$$

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-วินเทอร์รูปแบบคูณ แสดงดังสมการที่ (2.10)

$$\hat{Y}_{t+p} = (L_t + pb_t) \times S_{t-m+p} \quad (2.10)$$

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 $t + p$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ปรับน้ำหนัก

การประมาณค่าพารามิเตอร์ปรับน้ำหนัก เป็นขั้นตอนการประมาณค่าพารามิเตอร์ปรับน้ำหนักแอลฟา (α) สำหรับองค์ประกอบระดับ (Level) เบตา (β) สำหรับองค์ประกอบแนวโน้ม (Trend) และแกมมา (γ) สำหรับองค์ประกอบฤดูกาล (Seasonal) ที่ทำให้ตัวแบบพยากรณ์มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) น้อยที่สุด และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ยังมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1

2.1.3.4 เกณฑ์การทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์

เกณฑ์การทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ เป็นการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ในงานวิจัยนี้ใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) แสดงดังสมการที่ (2.11) โดยตัวแบบที่เหมาะสมต้องให้ค่า MSE ต่ำที่สุด

$$MSE = \frac{1}{n} \left[\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \right] \quad (2.11)$$

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

2.1.3.5 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์

เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ ซึ่งค่า MSE ไม่สามารถบอกได้ว่าค่าสังเกตและค่าพยากรณ์มีค่าแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด งานวิจัยนี้จึงใช้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ในการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์

$$MAPE = \frac{1}{n} \left[\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100\% \right] \quad (2.12)$$

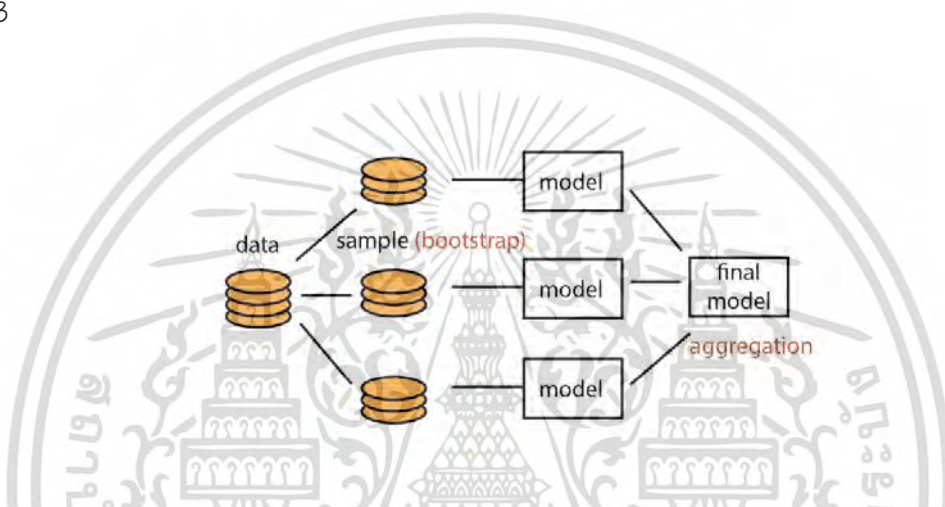
เมื่อ n คือ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมด
 Y_t คือ ค่าสังเกต ณ หน่วยเวลา t
 $\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ หน่วยเวลา t

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรญาณอุบล ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ (Bagging Holt-Winters Method)

2.1.4.1 แบกกิ้ง

แบกกิ้ง (Bagging, Bootstrap Aggregation) เป็นเทคนิคที่ถูกนำเสนอโดย Breiman (1996) ซึ่งเป็นหนึ่งใน Ensemble Learning ที่เป็นการรวมกันของขั้นตอนวิธี (Algorithm) หรือ ตัวแบบ (Model) จำนวนมาก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานทางการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ที่เหนือกว่าขั้นตอนวิธีหรือตัวแบบเพียงแบบเดียว โดยเทคนิคแบกกิ้ง ประกอบด้วย การสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มแบบแทน (Bootstrap) และการรวมกัน (Aggregation) ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 เทคนิคแบกกิ้ง (Bagging, Bootstrap Aggregation)

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

การสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มแบบแทน (Bootstrap) นำเสนอโดย Efron (1979) ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบใส่คืน (Sampling with Replacement) จึงทำให้ได้หน่วยตัวอย่างบางหน่วยที่ซ้ำกัน ในขณะที่บางหน่วยตัวอย่างอาจไม่ถูกสุ่ม เนื่องจากหน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยมีโอกาสที่จะถูกสุ่มเท่าๆ กัน ทำให้แต่ละหน่วยตัวอย่างมีความอิสระต่อกัน กอปรกับการสุ่มตัวอย่างด้วยจำนวนครั้งที่มาก จะทำให้การแจกแจงของตัวอย่าง (Sampling Distribution) มีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และสามารถลดความแปรปรวน (Variance) ของตัวอย่างได้ โดยไม่เพิ่มขนาดความคลาดเคลื่อน (Bias) (Hastie et al., 2009)

การรวมกัน (Aggregation) เป็นขั้นตอนการรวมกันของขั้นตอนวิธีหรือตัวแบบที่สร้างจากตัวอย่างแบบสุ่มจำนวนมาก ให้ได้ตัวแทนเพียงตัวแบบเดียว เพื่อนำไปใช้ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานต่อไป

2.1.4.2 วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ เป็นการนำเทคนิคแบกกิ้งมาประยุกต์ใช้กับวิธีโฮลท์-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) และเศษเหลือ (Residual: e_t)

ขั้นตอนที่ 2 การจำลองแบบ (Simulation)

ขั้นตอนการจำลองแบบ เป็นขั้นตอนการนำเศษเหลือที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาสร้างตัวอย่างบูตสแตรป (Bootstrap Sample) ของเศษเหลือจำนวนมาก เช่น 100 ชุด โดยใช้การสุ่มตัวอย่างบูตสแตรปหรือการสุ่มตัวอย่างแบบใส่คืน แล้วจึงนำตัวอย่างบูตสแตรปของเศษเหลือแต่ละชุด กลับไปรวมกับแนวโน้มและฤดูกาลที่แยกส่วนประกอบไว้ เพื่อสร้างอนุกรมเวลาใหม่ (New 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) ซึ่งขึ้นอยู่กับความแข็งแกร่งของค่าพยากรณ์ โดยการรวมกันด้วยค่ามัธยฐานนั้น มีข้อดีคือ เป็นค่ากลางที่ใช้ได้ดีแม้ข้อมูลมีค่าผิดปกติ (Outliers)

2.1.4.3 เกณฑ์การทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์

สำหรับวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์นั้น นอกจากการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) ดังสมการที่ (2.11) แล้ว ยังต้องทดสอบการแจกแจงของเศษเหลือที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์ว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ เนื่องจากการสุ่มเศษเหลือบูตสแตรปด้วยจำนวนครั้งที่ยาว เป็นการทำให้ความแปรปรวนของเศษเหลือมีค่าลดลงและทำให้เศษเหลือมีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปกติ ซึ่งส่งผลให้ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้น

การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล

- สมมติฐานที่ใช้ทดสอบการแจกแจงของข้อมูล (Hypothesis)

สมมติฐานหลัก (H_0) : ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนสมมติฐานรอง (H_1) เพื่อ: ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติมาใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถิติทดสอบ (Test Statistic)

งานวิจัยนี้ใช้สถิติทดสอบ Anderson-Darling (AD) (Anderson and Darling, 1954) ซึ่งเหมาะกับข้อมูลที่อยู่ในสเกลอันดับ (Ordinal Scale) หรือข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง โดยสถิติทดสอบนั้น คำนวณได้จากระยะห่างระหว่างจุดแต่ละจุดกับเส้นการแจกแจง (Fitted Line) ในแผนภาพการทดสอบความ น่าจะเป็นของการแจกแจงปกติ (Normal Probability Plot) แล้วนำมาเปรียบเทียบค่าถ่วงน้ำหนักยกกำลังสอง (Weighted Squared) ของชุดข้อมูลที่มีการแจกแจงที่เหมาะสม โดยสถิติทดสอบ Anderson-Darling คำนวณได้ดังสมการที่ (2.13) (Ang et al. ,2007)

$$AD = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(2i-1) \{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{n-i+1})] \}] \quad (2.13)$$

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

- บริเวณวิกฤต (Critical Region)

เนื่องจากงานวิจัยนี้กำหนดระดับนัยสำคัญ เป็น 0.05 ดังนั้นจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ $2(p\text{-value}) \leq 0.05$ หรือจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสถิติทดสอบ AD ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า Z ที่แสดงดังสมการที่ (2.14)

$$Z = AD \left(1 + \frac{0.75}{n} + \frac{2.25}{n^2} \right) \quad (2.14)$$

- ผลลัพธ์

เนื่องจากเศษเหลือจากตัวแบบที่ได้ควรมีการแจกแจงปกติ ดังนั้นผลลัพธ์จากสถิติทดสอบ AD จะต้องยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ค่าเริ่มต้นของวิธีโฮลท์-วินเทอร์

2.2.1.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นของวิธีโฮลท์-วินเทอร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีโฮลท์-วินเทอร์ พบว่ามีเพียงบางส่วนที่ระบุค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ แนวโน้มและฤดูกาล ก่อนที่จะกล่าวถึงสมการปรับค่า ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การกำหนดค่าเริ่มต้นที่แสดงในงานวิจัยของ Hyndman and Athanasopoulos (2014)

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ

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

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม

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

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบบวก

$$S_t = Y_t - L_m$$

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบคูณ

$$S_t = \frac{Y_t}{L_m}$$

2. การกำหนดค่าเริ่มต้นที่แสดงในงานวิจัยของ Kalekar (2004)

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม

$$b_1 = \frac{Y_m - Y_1}{m - 1}$$

หรือ $b_1 = Y_2 - Y_1$

หรือ $b_1 = \frac{(Y_2 - Y_1) + (Y_3 - Y_2) + (Y_4 - Y_3)}{3}$

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบบวก

$$S_t = Y_t - L_m$$

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบคูณ

$$S_t = \frac{Y_t}{L_m}$$

3. การกำหนดค่าเริ่มต้นที่แสดงในงานวิจัยของ Holt (2004), Montgomery et al. (2008), Dhakre et al (2016), Tratar and Srmcnik (2016)

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ

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

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม

$$b_1 = \frac{Y_m - Y_1}{m - 1}$$

หรือ $b_1 = 0$

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบบวก

$$S_t = Y_t - L_m$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบคูณ

$$S_t = \frac{Y_t}{L_m}$$

2.2.1.2 การเปรียบเทียบการพยากรณ์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกันของวิธีโฮลท์-วินเทอร์

Booranawong and Booranawong (2018) ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคามะนาว พริก และตะไคร้ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน 2 แบบ ได้แก่ $b_1 = 0$ และ $b_1 = \frac{Y_m - Y_1}{m-1}$ โดยพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบดับเบิล (Double Exponential Smoothing: DES) และวิธีโฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งพบว่า อนุกรมเวลาทั้ง 3 ชุดที่พยากรณ์ด้วยวิธี DES ไม่ที่จะกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มด้วยวิธีใด ต่างให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่อนุกรมเวลาทั้ง 3 ชุด ที่พยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ พบว่า การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกันให้ค่า MAPE ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มเป็น 0 ให้ค่า MAPE ที่ต่ำกว่า

Suppalakpanya et al. (2019) ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตและราคาของน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทยด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์และ Extended Additive Holt-Winters (EAHW) เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน 4 แบบ ได้แก่ $b_1 = \frac{Y_m - Y_1}{m-1}$, $b_1 = Y_2 - Y_1$, $b_1 = \frac{(Y_2 - Y_1) + (Y_3 - Y_2) + (Y_4 - Y_3)}{3}$ และ $b_1 = 0$ ซึ่งพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดมาจากวิธี EAHW ที่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มเป็น $b_1 = \frac{Y_m - Y_1}{m-1}$ และ $b_1 = 0$

คุณากรและสมศรี (2563) ได้ศึกษาการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิรายเดือนด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ ซึ่งพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดมาจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์ และเมื่อเปลี่ยนจำนวนปีในการแยกส่วนประกอบเพื่อกำหนดค่าเริ่มต้นในวิธีโฮลท์-วินเทอร์นั้น ทำให้ค่า MSE ลดลงซึ่งในตารางที่ 2.1 พบว่า การกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยการใช้ข้อมูล 5 ปี ให้ค่า MSE ต่ำที่สุดและมีค่าลดลงมากกว่า 50% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ข้อมูล 1 ปีแรกในการหาค่าเริ่มต้น

ตารางที่ 2.1 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ

จำนวนข้อมูลที่ใช้ ในการหาค่าเริ่มต้น	MSE
1 ปี	67,476,332,495.33
2 ปี	39,508,872,105.95
3 ปี	53,566,191,931.42
4 ปี	50,663,060,493.30
5 ปี	29,767,185,703.83
6 ปี	35,174,336,860.92
7 ปี	31,531,150,586.33

2.2.2 การพยากรณ์ด้วยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

Bergmeir et al. (2016) ได้นำเทคนิคแบกกิ้งมาประยุกต์ใช้กับวิธีพยากรณ์ปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Bagged.BLD.MBB.ETS) รวม 2,829 ชุด จากอนุกรมเวลา M3 Competition Data Set จาก International Institute of Forecasters ซึ่งมีจำนวน 3,003 ชุด ที่มีความหลากหลายทั้งด้านข้อมูลและจำนวนฤดูกาล (อนุกรมเวลารายปี รายไตรมาสและรายเดือน) และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม R โดยเริ่มจากการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox Transformation ก่อนทำการแยกส่วนประกอบ และนำเศษเหลือไปสุ่มแบบใส่คืนด้วยวิธี Moving Block Bootstrap เพื่อสร้างตัวอย่างบูตสเตรปและนำกลับไปรวมกับแนวโน้มและฤดูกาล เพื่อสร้างอนุกรมใหม่จำนวน 99 ชุด และหาตัวแบบจากวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล จากนั้นจึงนำค่าพยากรณ์ที่ได้มารวมกันด้วยค่ามัธยฐาน จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ด้วยค่าความคลาดเคลื่อน sMAPE (Symmetric Mean Absolute Percentage Error) และ MASE (Mean Absolute Scale Error) พบว่า มีเพียงอนุกรมเวลารายเดือนที่ประยุกต์ใช้เทคนิคแบกกิ้งเท่านั้นที่ให้ค่า sMAPE และ MASE ที่ต่ำกว่าตัวแบบอื่นๆ ของวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างมีนัยสำคัญ

Dantas et al. (2017) ได้ศึกษาการพยากรณ์ความต้องการการขนส่งทางอากาศ (Air Transportation Demand) รายเดือนในประเทศต่างๆ รวม 14 ประเทศ ด้วยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ โดยนำไปเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ ได้แก่ วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล วิธีพยากรณ์ฤดูกาลอย่างง่าย (Seasonal Naïve) ตัวแบบ SARIMA จากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และวิธีการประยุกต์ใช้เทคนิคแบกกิ้งกับวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox Transformation ก่อนการแยกส่วนประกอบ (Bagged.BLD.MBB.ETS) ที่มาจากงานวิจัยของเอกสารนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bergmeir et al. (2016) โดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ในงานวิจัยนี้ ใช้การสุ่มเศษเหลือแบบใส่คืนด้วยวิธี Moving Block Bootstrap เพื่อสร้างตัวอย่างбутสเตรปจำนวน 100 ชุด แล้วนำไปหาค่าพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ และนำค่าพยากรณ์มารวมกันด้วยค่ามัธยฐาน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าอนุกรมเวลารายเดือนจำนวน 13 ชุดจาก 14 ชุด ที่พยากรณ์ด้วยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ ให้ค่า sMAPE ต่ำกว่าวิธีอื่นๆ

ฉัฐวุฒิ (2563) ได้ศึกษาการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยรายเดือน ซึ่งมีส่วนประกอบทั้งแนวโน้มและฤดูกาล โดยใช้เทคนิคแบกกิ้งร่วมกับวิธีโฮลท์-วินเทอร์และวิธีโฮลท์-วินเทอร์แบบปรับค่าแนวโน้ม (Holt-Winters with Damped Trend) โดยการสุ่มเศษเหลือแบบใส่คืนจำนวน 100 ชุด ใช้วิธี Moving Block Bootstrap ด้วยขอบเขตการสุ่มเศษเหลือตั้งแต่ 2-12 ช่วงเวลาและใช้ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์ เพื่อเปรียบเทียบกับการพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์และวิธีโฮลท์-วินเทอร์แบบปรับค่าแนวโน้ม จากผลการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ด้วยค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) พบว่า วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์แบบปรับค่าแนวโน้มรูปแบบบวกที่มีขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณที่มีขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

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

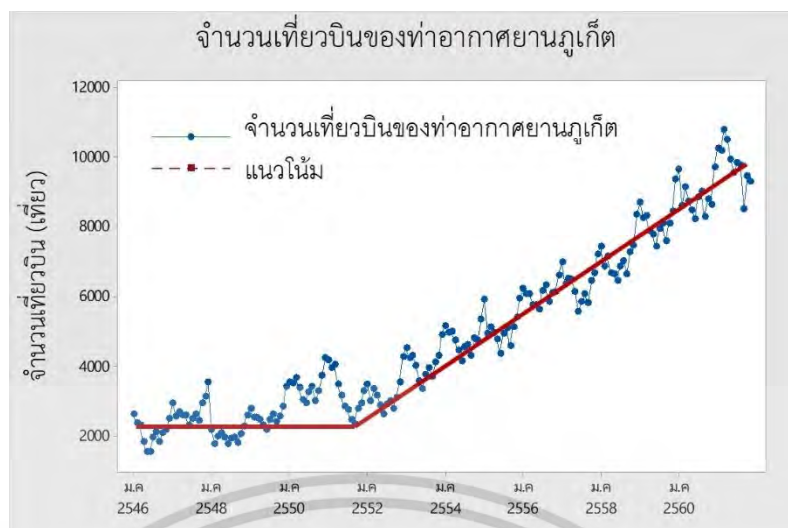
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของงานวิจัยนี้ เป็นการนำข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ที่ถูกรวบรวมโดยบริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) หรือ ทอท. มาใช้ในการศึกษา ซึ่งเป็นอนุกรมเวลารายเดือนจำนวนเที่ยวบิน (Total Aircraft Movement) และจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยาน (Total Airport Passengers) จำนวน 4 แห่ง ได้แก่ ท่าอากาศยานภูเก็ต (HKT) ท่าอากาศยานหาดใหญ่ (HDY) ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย (CEI) และท่าอากาศยานดอนเมือง (DMK) รวม 8 ชุด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวม 204 เดือน (17 ปี)

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

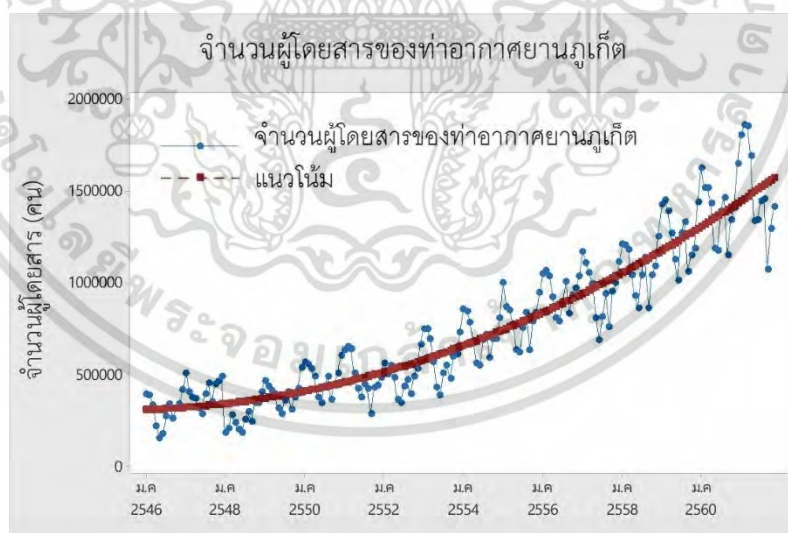
การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เป็นการนำอนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินและจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานทั้ง 8 ชุด มาสร้างกราฟอนุกรมเวลา (Time Series Plot) เพื่ออธิบายส่วนประกอบของอนุกรมเวลาแต่ละชุด แสดงดังรูป 3.1-3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



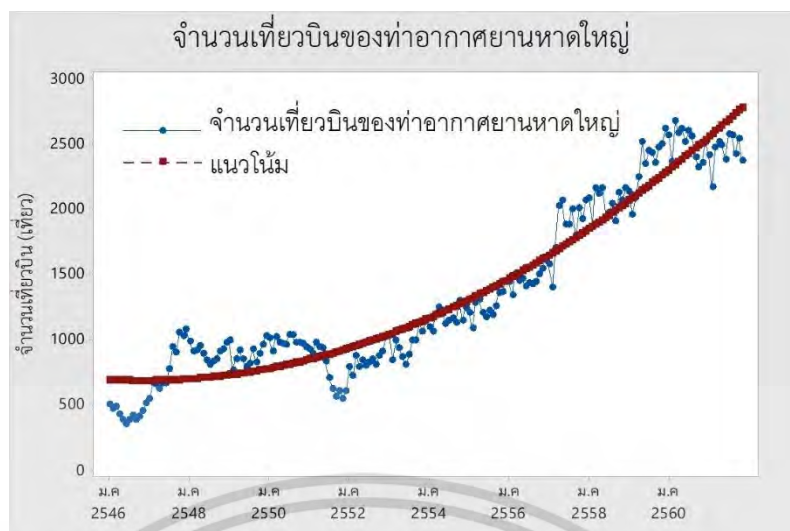
รูปที่ 3.1 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ตรายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

จากรูปที่ 3.1 จะพบว่าอนุกรมเวลามีส่วนประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล โดยลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มมีลักษณะคล้ายเส้นตรง (Linear) โดยในช่วงแรกกราฟมีลักษณะคงที่ และต่อมาเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง

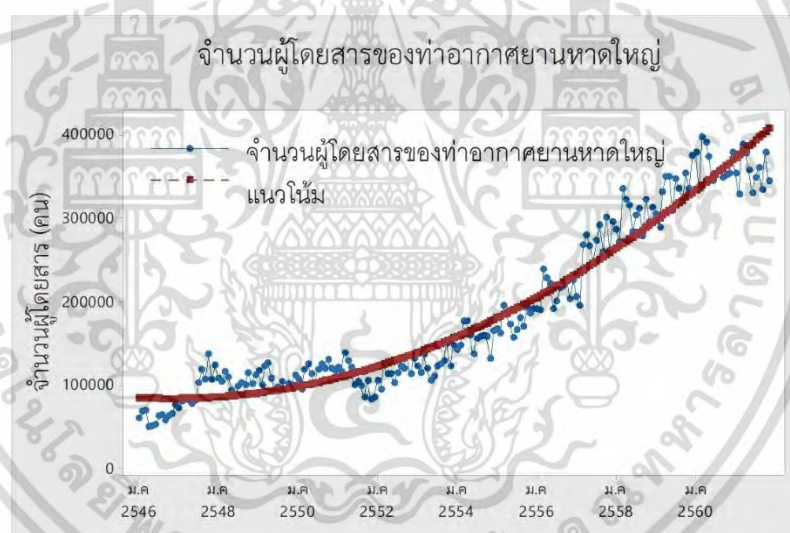


รูปที่ 3.2 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ตรายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

จากรูปที่ 3.2 จะพบว่าอนุกรมเวลามีส่วนประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล โดยลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มมีลักษณะไม่เป็นเส้นตรง (Non Linear)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



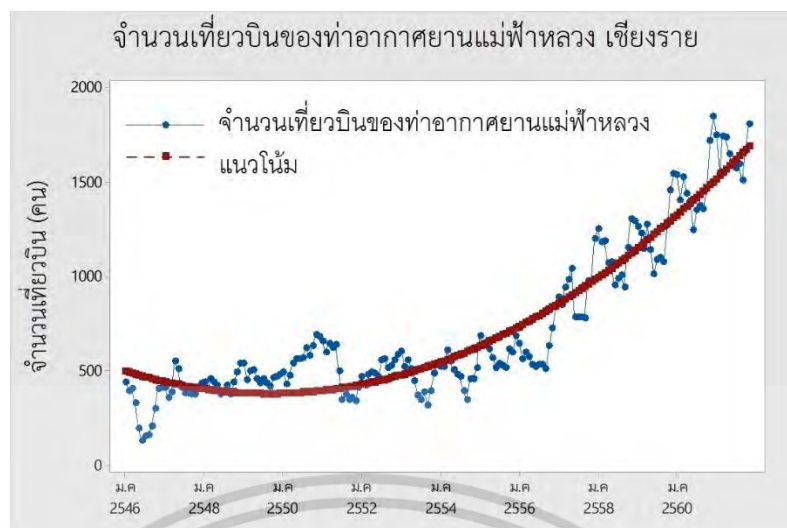
รูปที่ 3.3 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่รายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561



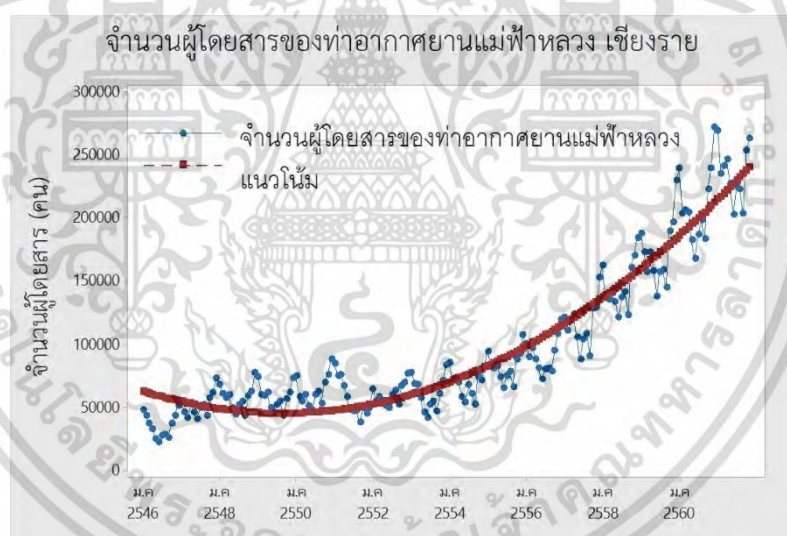
รูปที่ 3.4 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่รายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

จากรูปที่ 3.3 และ 3.4 จะพบว่าอนุกรมเวลา มีส่วนประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล โดยลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มมีลักษณะไม่เป็นเส้นตรง (Non Linear)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย รายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561



รูปที่ 3.6 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย รายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

จากรูปที่ 3.5 และ 3.6 จะพบว่าอนุกรมเวลา มีส่วนประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล โดยลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มมีลักษณะไม่เป็นเส้นตรง (Non Linear)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมืองรายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561



รูปที่ 3.8 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมืองรายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

จากรูปที่ 3.7 และ 3.8 จะพบว่าอนุกรมเวลามีส่วนประกอบของแนวโน้ม ฤดูกาล และมีลักษณะของเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝัน (Shock) (ภูมิฐาน, 2556) จากช่วงการปรับเปลี่ยนการให้บริการจากท่าอากาศยานดอนเมืองไปยังท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งเปิดให้บริการอย่างเป็นทางการเต็มรูปแบบในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 ทำให้จำนวนเที่ยวบินและจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมืองลดลง และอยู่ในระดับต่ำอย่างต่อเนื่อง แล้วจึงกลับมาเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556

เอกสารนี้เนื่องจากการกลับมาเปิดให้บริการอีกครั้ง การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำอนุกรมเวลาแต่ละชุด มาแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ค่าสังเกตตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยงานวิจัยนี้แบ่งตัวแบบพยากรณ์ออกเป็น วิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1 (การใช้ข้อมูล 1 ปีแรก) วิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2 (วิธีแยกส่วนประกอบ) และวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

ส่วนที่ 2 ค่าสังเกตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด

3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน เป็นการสร้างตัวแบบพยากรณ์จากข้อมูลส่วนที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1.1 การกำหนดค่าเริ่มต้น

เนื่องจากการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ ต้องมีข้อมูลอย่างน้อย 1 ปีในการปรับค่า ซึ่งงานวิจัยนี้มีข้อมูลส่วนที่ 1 จำนวน 16 ปี ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลปีที่ 1 ถึงปีที่ 15 มาใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้น ซึ่งการกำหนดค่าเริ่มต้นของวิธีโฮลท์-วินเทอร์ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 การใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ที่มีค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม (b_1) ที่แตกต่างกัน 5 แบบและวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ 2-15 ปี ในการแยกส่วนประกอบเพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น

1. การกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

การกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1 เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยการใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ที่มีค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ (L_m) และองค์ประกอบฤดูกาล (S_t) เหมือนกัน แสดงดังสมการที่ (3.1)-(3.3) แต่มีค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม (b_1) ที่แตกต่างกัน 5 แบบ แสดงดังสมการที่ (3.4)-(3.8)

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ

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

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน $S_t = Y_t - L_m$ ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ (3.2) การคำนวณค่า S_t ไม่สามารถทำได้ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบคูณ

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

- ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม

ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้รวบรวมมาจากการวิจัยที่ผ่านมาจำนวน 5 แบบที่แตกต่างกัน ได้แก่

แบบที่ 1 การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มจากงานวิจัยของ Hyndman and Athanasopoulos (2014)

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

แบบที่ 2 การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มจากงานวิจัยของ Kalekar (2004), Suppalakpanya et al.(2019)

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

แบบที่ 3 การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มจากงานวิจัยของ Kalekar (2004), Suppalakpanya et al.(2019)

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

แบบที่ 4 การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มจากงานวิจัยของ Holt (2004), Kalekar (2004), Montgomery et al.(2008), Dhakre et al. (2016), Tratar and Srmcnik (2016), Booranawong and Booranawong (2018) และ Suppalakpanya et al. (2019)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 5 การกำหนดค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มจากงานวิจัยของ Holt (2004), Montgomery et al.(2008), Dhakre et al. (2016), Tratar and Srmcnik (2016), Booranawong and Booranawong (2018), Suppalakpanya et al.(2019)

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

2. การกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2

การกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2 เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบในงานวิจัยนี้ใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เนื่องจากอนุกรมเวลาที่พบฤดูกาลได้นั้น จะต้องถูกเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี ดังนั้นการกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบในงานวิจัยนี้จึงใช้จำนวนข้อมูลตั้งแต่ 2-15 ปี ($T=2,3,4,...,15$) ในการกำหนดค่าเริ่มต้น รวม 14 แบบ

3.3.1.2 การสร้างตัวแบบพยากรณ์

การสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ เริ่มจากการปรับค่าองค์ประกอบระดับแนวโน้มและฤดูกาล ด้วยสมการปรับค่าขององค์ประกอบทั้ง 3

สำหรับวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก แสดงสมการปรับค่าองค์ประกอบระดับ แนวโน้มและฤดูกาล ดังสมการที่ (2.3)-(2.5) ตามลำดับ

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.3)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.4)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-m} \quad (2.5)$$

เมื่อ $t = 13, 14, 15, \dots, 192$ สำหรับวิธีโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยข้อมูล 1 ปีแรก

เมื่อ $t = 12T+1, 12T+2, 12T+3, \dots, 192$ สำหรับวิธีโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ โดย $T=2, 3, 4, \dots, 15$

สำหรับวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ แสดงสมการปรับค่าขององค์ประกอบระดับ แนวโน้ม และฤดูกาล ดังสมการที่ (2.7)-(2.9) ตามลำดับ

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

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.8)$$

$$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma)S_{t-m} \quad (2.9)$$

เมื่อ $t = 13, 14, 15, \dots, 192$ สำหรับวิธีโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยข้อมูล 1 ปีแรก
 เมื่อ $t = 12T+1, 12T+2, 12T+3, \dots, 192$ สำหรับวิธีโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ โดย $T=2, 3, 4, \dots, 15$

จากนั้นทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ปรับน้ำหนักแอลฟา (α) สำหรับองค์ประกอบระดับ เบตา (β) สำหรับองค์ประกอบแนวโน้ม และแกมมา (γ) สำหรับองค์ประกอบฤดูกาล ด้วย Solver Function ใน Microsoft Excel เมื่อกำหนดให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) มีค่าต่ำที่สุด และทำการสร้างสมการพยากรณ์ของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกตั้งสมการที่ (2.6) และสมการพยากรณ์ของวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณตั้งสมการที่ (2.10)

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ เป็นการสร้างตัวแบบพยากรณ์จากข้อมูลส่วนที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน และแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังรูปที่ 3.9

ขั้นตอนที่ 1 การแยกส่วนประกอบ

ขั้นตอนการแยกส่วนประกอบ เป็นขั้นตอนการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกเป็น แนวโน้ม (Trend: T_t) ฤดูกาล (Seasonal: S_t) และเศษเหลือ (Residual: e_t) ในงานวิจัยนี้ใช้วิธี สัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการแยกส่วนประกอบ ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2013 และเศษเหลือคำนวณจากสมการที่ (3.9)

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

เมื่อ e_t คือ เศษเหลือ ณ หน่วยเวลา t

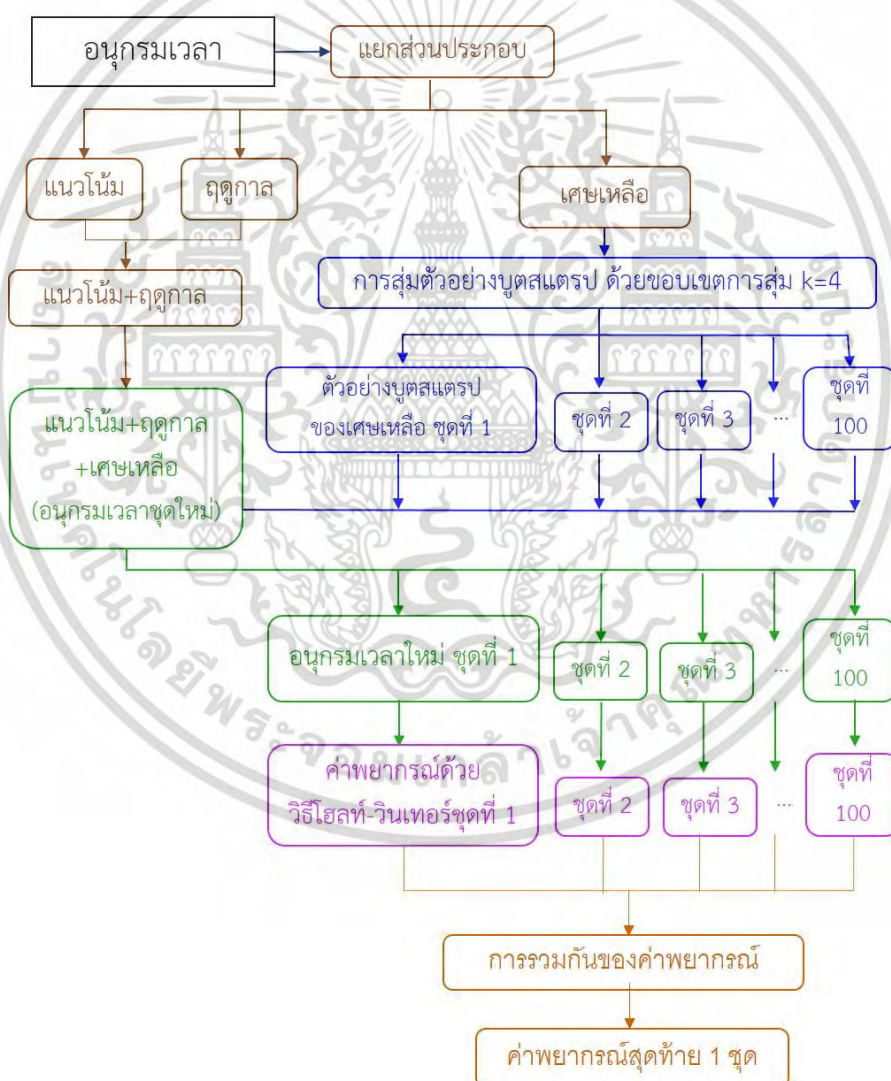
Y_t คือ ค่าสังเกต ณ หน่วยเวลา t

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

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

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

และ $t = 13, 14, 15, \dots, 192$



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่ม

เศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา ($k=4$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การจำลองแบบ

ขั้นตอนการจำลองแบบ เป็นการนำเศษเหลือที่ได้จากการแยกส่วนประกอบ (e_t) มาสร้างตัวอย่างบูตสเตรปของเศษเหลือ (e'_t) จำนวน 100 ชุด ด้วยวิธี Moving Block Bootstrap (MBB) จากการสุ่มแบบใส่คืนที่มีขอบเขตการสุ่มเศษเหลือตั้งแต่ 2 ถึง 12 ช่วงเวลา ($k=2,3,...,12$) (ฉัตรวุฒิ, 2563) แล้วนำกลับไปรวมกับแนวโน้ม (T_t) และฤดูกาล (S_t) ที่แยกส่วนประกอบไว้ จะได้ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่ (Y'_t) โดยคำสั่งที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างบูตสเตรปของเศษเหลือในงานวิจัยนี้คือ คำสั่ง Sampling จาก Data Analysis Tool ใน Microsoft Excel 2013

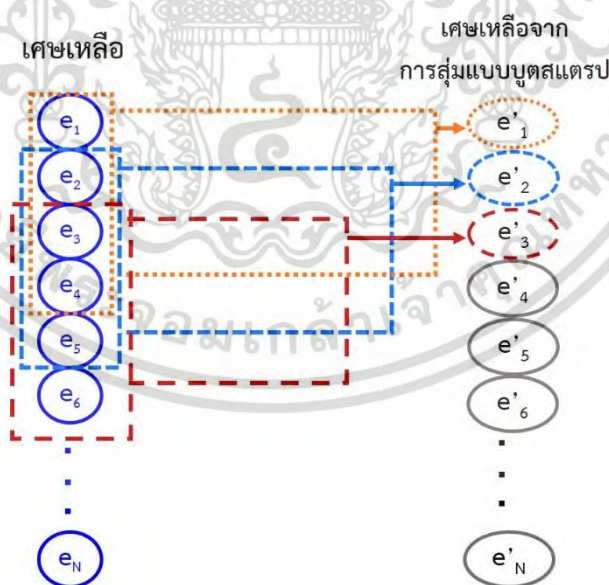
โดย $Y'_t = (T_t + S_t) + e'_t$ สำหรับรูปแบบบวก

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

เมื่อ e'_t คือ เศษเหลือจากการสุ่มแบบบูตสเตรป ณ หน่วยเวลา t

Y'_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลา t

สำหรับแต่ละขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ k จะได้อนุกรมเวลาใหม่จำนวน 100 ชุด โดยตัวอย่างการสุ่มเศษเหลือด้วยวิธี Moving Block Bootstrap เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา ($k=4$) แสดงในรูปที่ 3.10



รูป 3.10 การสุ่มตัวอย่างบูตสเตรปของเศษเหลือด้วยวิธี Moving Block Bootstrap (MBB) เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา ($k=4$)

จากรูปที่ 3.10 กรณีรูปแบบคูณ เศษเหลือจากการสุ่มแบบบูตสเตรป ณ หน่วยเวลาที่ 1 (e_1) มาจากการสุ่มแบบใส่คืนของเศษเหลือที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ณ หน่วยเวลา 1 ถึง 4 (e_1, e_2, e_3 และ e_4) สมมติว่า สุ่มได้เศษเหลือ ณ หน่วยเวลาที่ 3 (e_3) หรือ $e'_1 = e_3$ จะได้ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลาที่ 1 $Y'_1 = (T_1 \times S_1) + e'_1 = (T_1 \times S_1) + e_3$ เศษเหลือจากการสุ่มแบบบูตสเตรป ณ หน่วยเวลาที่ 2 (e'_2) มาจากการสุ่มแบบใส่คืนของเศษเหลือ ณ หน่วยเวลาที่ 2 ถึง 5 (e_2, e_3, e_4 และ e_5) สมมติว่า สุ่มได้เศษเหลือ ณ หน่วยเวลาที่ 2 (e_2) หรือ $e'_2 = e_2$ จะได้ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลาที่ 2 $Y'_2 = (T_2 \times S_2) + e'_2 = (T_2 \times S_2) + e_2$ เป็นต้น

กรณีรูปแบบบวก มีขั้นตอนการสุ่มเศษเหลือจากการสุ่มแบบบูตสเตรปและการสร้างค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่ในทำนองเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 3 การพยากรณ์

ขั้นตอนการพยากรณ์ เป็นการหาค่าพยากรณ์ ($\hat{Y}_t'$) จากค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่ (Y_t') แต่ละชุด ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ โดยกำหนดค่าเริ่มต้นองค์ประกอบระดับและฤดูกาล แสดงดังสมการที่ (3.1) - (3.3) ในขณะที่ค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้ม แสดงดังสมการที่ (3.4) โดย $\hat{Y}_t'$ คือ ค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลา t

ขั้นตอนที่ 4 การรวมกัน

ขั้นตอนการรวมกัน เป็นขั้นตอนการหาค่าพยากรณ์สุดท้ายเพียงชุดเดียวจากค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลา t ($\hat{Y}_t'$) จำนวน 100 ชุด จากการรวมกันด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) ซึ่งคำนวณได้ดังสมการที่ (3.10) หรือค่ามัธยฐาน (Median) ซึ่งแสดงดังสมการที่ (3.11)

$$\text{ค่าเฉลี่ย} \quad \bar{\hat{Y}}_t' = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n \hat{Y}_t' \right) \quad (3.10)$$

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

เมื่อ $\bar{\hat{Y}}_t'$ คือ ค่าพยากรณ์สุดท้าย ณ หน่วยเวลา t จากการรวมกันด้วยค่าเฉลี่ย
 n คือ จำนวนค่าพยากรณ์ทั้งหมดของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลา t
 $\hat{Y}_t'$ คือ ค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลา t

แต่ละขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ k จะได้ค่าพยากรณ์สุดท้ายเพียง 1 ชุดจากการรวมกันด้วยค่าเฉลี่ยหรือค่ามัธยฐานของค่าพยากรณ์จากอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลา t จากชุดที่ 1 ($\hat{Y}_t'$ ชุดที่ 1) ถึงชุดที่ 100 ($\hat{Y}_t'$ ชุดที่ 100)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากค่าพยากรณ์สุดท้าย ณ หน่วยเวลา t เป็นการรวมกันด้วยค่าเฉลี่ยหรือค่ามัธยฐานของค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลาใหม่ ณ หน่วยเวลา t ที่ได้จากตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ ทั้ง 100 ตัวแบบ ทำให้วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ไม่สามารถเขียนตัวแบบพยากรณ์เพียงตัวแบบเดียวได้

3.4 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์

การคัดเลือกตัวแบบการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ เป็นการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) ต่ำที่สุด โดยคำนวณได้จากสมการที่ (2.11) และเศษเหลือของตัวแบบพยากรณ์ดังกล่าวต้องมีการแจกแจงปกติ โดยการทดสอบการแจกแจงปกติของเศษเหลือนั้นใช้สถิติทดสอบ Anderson-Darling (AD) ซึ่งแสดงดังสมการที่ (2.13) ที่คำนวณจากโปรแกรม Minitab 18 โดยตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมต้องให้ค่า p -value มากกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อยอมรับสมมติฐานหลัก ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อ สมมติฐานหลัก (H_0) : เศษเหลือมีการแจกแจงปกติ
สมมติฐานรอง (H_1) : เศษเหลือไม่มีการแจกแจงปกติ

เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้แบ่งตัวแบบพยากรณ์ออกเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1 การใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบ และตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ โดยในขั้นตอนการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น จะนำเสนอตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมในแต่ละวิธี โดยพิจารณาจากค่า MSE และเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ แล้วจึงคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาแต่ละชุด เพื่อนำไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ต่อไป

3.5 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์

การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ เป็นการนำค่าสังเกตจากข้อมูลส่วนที่ 2 มาเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งสร้างจากข้อมูลส่วนที่ 1 โดยงานวิจัยนี้ใช้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ดังสมการที่ (2.12) ในการเปรียบเทียบว่าค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแตกต่างจากค่าสังเกตกี่เปอร์เซ็นต์

3.6 สรุปและอภิปรายผล

การสรุปและอภิปรายผล เป็นขั้นตอนการสรุปผลการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดและผลการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ (MAPE) ของอนุกรมเวลาทั้ง 8 ชุด และอภิปรายผลที่เอกสารนี้ได้พบเห็นต่าง ๆ สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในบทนี้เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลของอนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินและจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานทั้ง 8 ชุด เพื่อคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมตามเกณฑ์ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ต่ำที่สุดและเศษเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ดังกล่าวต้องมีการแจกแจงปกติ จากตัวแบบพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1 การใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ตัวแบบพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบ และตัวแบบพยากรณ์จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ เพื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE)

4.1 อนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ของอนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ตแสดงดังตารางที่ 4.1 – 4.3

ตารางที่ 4.1 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน (5 แบบ)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
แบบที่ 1	65,364.06	103,111.20
แบบที่ 2	75,644.06	118,680.20
แบบที่ 3	75,694.81	118,765.61
แบบที่ 4	66,707.81	103,427.17
แบบที่ 5	66,348.33	102,841.26

* เศษเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เศษเหลือมีการแจกแจงปกติ ดังนั้นจึงไม่มีเอกสารนี้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1 ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2

จำนวนปี ในวิธีแยกส่วนประกอบ เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น (2-15 ปี)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
T=2	54,339.69	47,390.78
T=3	* 61,726.93	* 96,280.40
T=4	* 63,778.78	* 97,861.28
T=5	73,514.23	110,190.14
T=6	56,109.29	77,285.30
T=7	82,390.41	118,657.34
T=8	117,106.24	177,723.43
T=9	187,141.60	252,652.80
T=10	246,453.71	319,408.68
T=11	404,243.20	476,963.52
T=12	601,148.60	688,689.28
T=13	1,215,958.26	1,349,504.95
T=14	2,392,534.34	2,648,594.92
T=15	5,563,798.94	6,188,317.59

* เฉพาะเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉพาะเหลือที่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 3 ปี (T=3) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (61,726.93) และเฉพาะเหลือมีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.3 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต โดยวิธีแบกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

ขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ (2-12 ช่วงเวลา)	เกณฑ์การรวมกันของค่าพยากรณ์	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
		รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
k=2	ค่าเฉลี่ย	29,221.52	* 75,859.78
	ค่ามัธยฐาน	34,664.00	* 75,981.34
k=3	ค่าเฉลี่ย	18,723.84	* 63,386.22
	ค่ามัธยฐาน	17,092.10	* 64,000.73
k=4	ค่าเฉลี่ย	21,610.08	* 63,750.35
	ค่ามัธยฐาน	21,422.84	* 62,589.98
k=5	ค่าเฉลี่ย	26,283.90	* 66,937.43
	ค่ามัธยฐาน	25,966.69	* 67,054.34
k=6	ค่าเฉลี่ย	32,409.53	* 71,454.53
	ค่ามัธยฐาน	32,671.63	* 69,993.09
k=7	ค่าเฉลี่ย	36,556.70	* 85,065.91
	ค่ามัธยฐาน	35,320.52	* 87,096.54
k=8	ค่าเฉลี่ย	45,839.76	* 94,211.73
	ค่ามัธยฐาน	44,455.40	* 95,051.82
k=9	ค่าเฉลี่ย	52,475.22	* 94,211.73
	ค่ามัธยฐาน	51,332.70	* 96,101.35
k=10	ค่าเฉลี่ย	57,862.17	97,863.29
	ค่ามัธยฐาน	57,455.17	100,447.34
k=11	ค่าเฉลี่ย	66,226.03	101,179.49
	ค่ามัธยฐาน	66,054.77	105,849.16
k=12	ค่าเฉลี่ย	71,791.84	100,163.28
	ค่ามัธยฐาน	69,891.08	103,028.63

* เศษเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

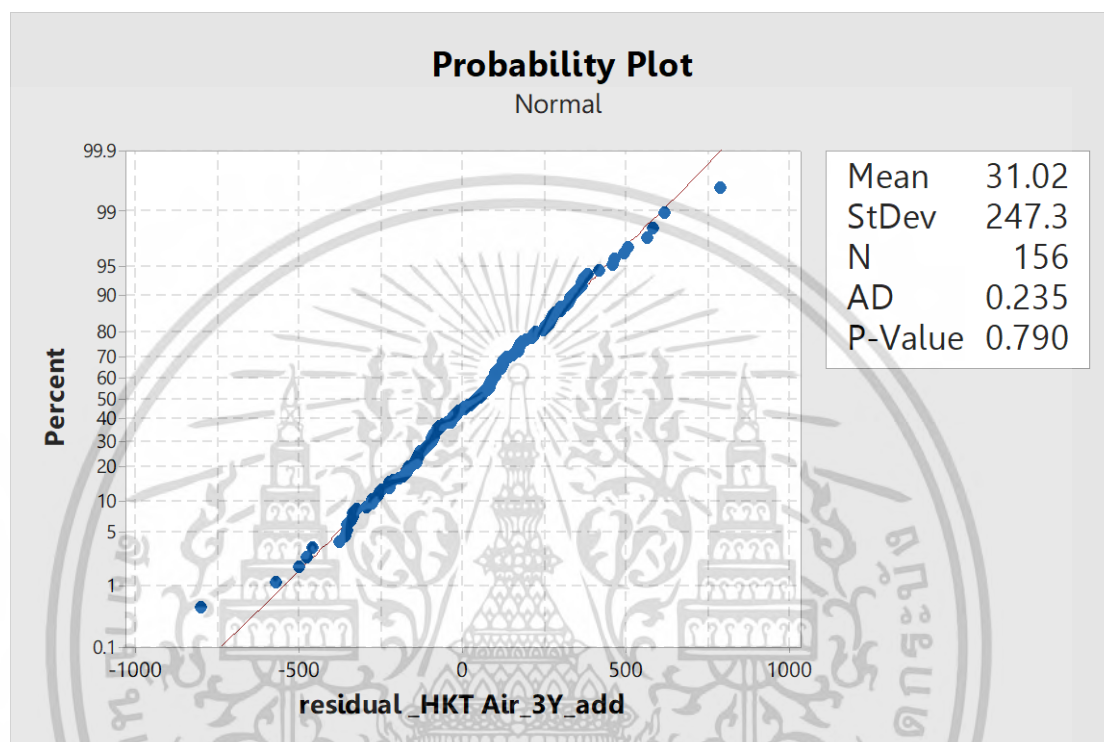
ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีแบกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา (k=4) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (62,589.98) และเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต

จากตารางที่ 4.1-4.3 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต มาจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 3 ปี ($T=3$) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (61,726.93)



รูปที่ 4.1 เศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 3 ปี ($T=3$) สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต

จากรูปที่ 4.1 พบว่า AD เท่ากับ 0.235 ให้ค่า p-value เป็น 0.790 ซึ่งมากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า เศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

4.1.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต

เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 3 ปี ($T=3$) ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.4 และพบว่าให้ค่า MAPE เป็น 2.05%

ตารางที่ 4.4 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 3 ปี ($T=3$) สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	เศษเหลือ
มกราคม	10,817.00	10,542.72	274.28
กุมภาพันธ์	9,895.00	9,950.72	-55.72
มีนาคม	10,758.00	10,221.66	536.34
เมษายน	9,659.00	9,699.72	-40.72
พฤษภาคม	9,056.00	9,267.70	-211.70
มิถุนายน	8,810.00	8,986.48	-176.48
กรกฎาคม	9,397.00	9,406.40	-9.40
สิงหาคม	9,534.00	9,478.38	55.62
กันยายน	8,683.00	8,729.34	-46.34
ตุลาคม	9,228.00	9,642.82	-414.82
พฤศจิกายน	9,571.00	9,676.16	-105.16
ธันวาคม	10,160.00	10,659.15	-499.15
MAPE			2.05 %

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 3 ปี ($T=3$) สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ตแสดงดังตารางที่ 4.5 – 4.7

ตารางที่ 4.5 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

การกำหนดค่าเริ่มต้นของ องค์ประกอบแนวโน้ม ที่แตกต่างกัน (5 แบบ)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
แบบที่ 1	3,556,924,652.58	4,607,656,685.02
แบบที่ 2	3,633,313,680.92	4,482,571,156.24
แบบที่ 3	4,240,704,858.16	5,570,977,156.64
แบบที่ 4	3,585,650,400.02	4,476,242,388.38
แบบที่ 5	3,606,684,223.89	4,476,839,028.55

* เฉลี่ยจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉลี่ยที่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เฉลี่ยมีการแจกแจงปกติ ดังนั้นจึงไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

ตารางที่ 4.6 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2

จำนวนปี ในวิธีแยกส่วนประกอบ เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น (2-15 ปี)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
T=2	3,335,329,077.10	3,686,953,723.31
T=3	* 3,174,235,147.93	* 3,581,140,177.23
T=4	* 3,288,092,193.66	3,717,283,196.70
T=5	3,641,059,795.94	4,136,527,534.32
T=6	* 3,313,217,955.22	* 3,574,376,605.12
T=7	4,582,264,710.83	5,003,902,463.41
T=8	5,820,808,847.95	6,509,277,693.39
T=9	8,398,879,156.20	9,434,544,748.40
T=10	10,960,198,901.55	11,839,897,064.03
T=11	16,480,174,545.20	16,861,287,213.83
T=12	21,645,347,635.33	22,047,442,623.65
T=13	41,071,619,950.55	41,401,590,689.73
T=14	75,717,283,057.65	81,373,904,365.98
T=15	186,105,179,696.90	210,196,237,909.54

* เฉลี่ยจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉลี่ยมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 3 ปี (T=3) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (3,174,235,147.93) และเฉลี่ยมีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.7 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต โดยวิธีแบกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

ขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ (2-12 ช่วงเวลา)	เกณฑ์การรวมกันของค่าพยากรณ์	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
		รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
k=2	ค่าเฉลี่ย	* 1,943,844,417.24	3,342,885,106.19
	ค่ามัธยฐาน	* 1,831,498,770.54	3,484,798,183.63
k=3	ค่าเฉลี่ย	* 2,025,351,770.19	* 2,825,225,786.63
	ค่ามัธยฐาน	1,897,746,282.29	* 2,940,743,462.46
k=4	ค่าเฉลี่ย	2,481,129,464.76	* 2,825,301,105.82
	ค่ามัธยฐาน	2,351,756,118.42	* 2,878,623,764.72
k=5	ค่าเฉลี่ย	2,832,131,612.37	* 3,092,792,606.61
	ค่ามัธยฐาน	2,782,494,617.43	* 3,093,010,114.87
k=6	ค่าเฉลี่ย	3,140,055,376.19	* 3,266,485,326.60
	ค่ามัธยฐาน	3,074,896,690.72	* 3,456,606,477.21
k=7	ค่าเฉลี่ย	3,297,625,116.49	* 3,651,973,232.96
	ค่ามัธยฐาน	3,332,357,106.64	* 3,719,657,810.92
k=8	ค่าเฉลี่ย	3,516,357,375.54	* 3,700,125,801.42
	ค่ามัธยฐาน	3,477,551,780.33	* 3,703,537,206.08
k=9	ค่าเฉลี่ย	3,853,366,242.33	* 3,767,034,337.10
	ค่ามัธยฐาน	3,795,557,720.13	* 3,933,077,323.69
k=10	ค่าเฉลี่ย	4,047,830,972.39	* 3,742,840,847.84
	ค่ามัธยฐาน	4,036,829,665.32	* 3,824,379,195.01
k=11	ค่าเฉลี่ย	4,432,072,475.60	* 3,807,012,096.02
	ค่ามัธยฐาน	4,296,108,025.67	* 3,835,367,022.05
k=12	ค่าเฉลี่ย	4,278,758,519.97	* 3,832,359,673.50
	ค่ามัธยฐาน	4,171,848,481.82	* 3,857,490,308.23

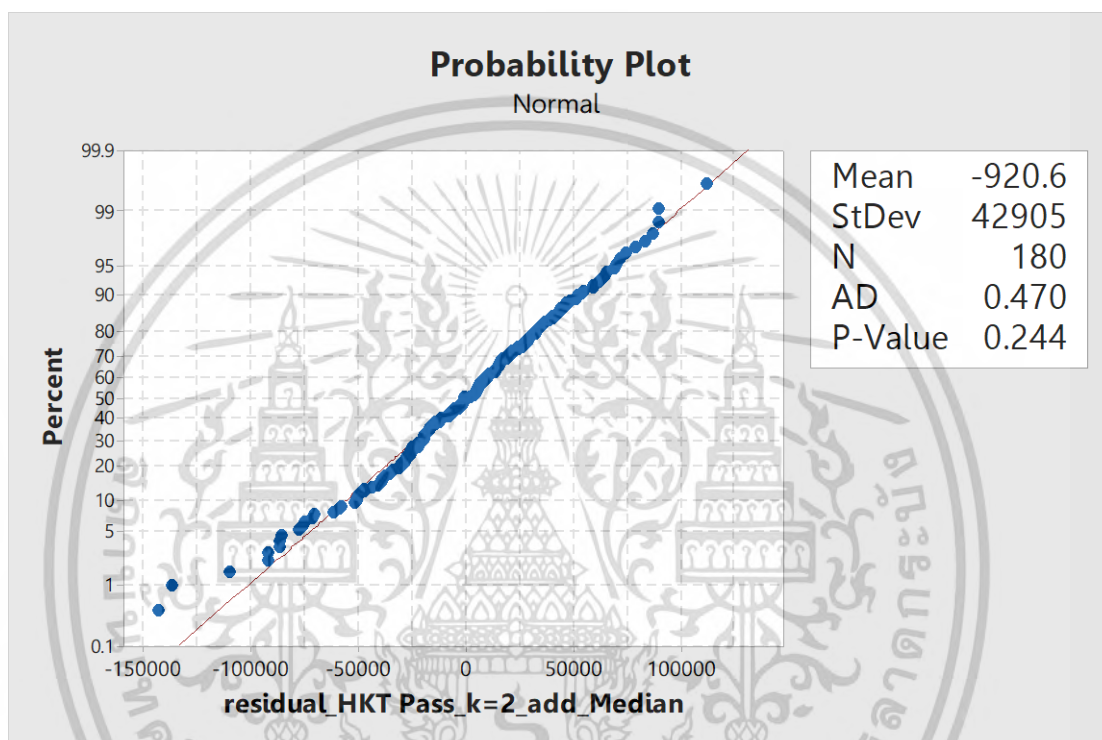
* เศษเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีแบกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา (k=2) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (1,831,498,770.54) และเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต

จากตารางที่ 4.5-4.7 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต มาจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (1,831,498,770.54)



รูปที่ 4.3 เศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต

จากรูปที่ 4.3 พบว่า AD เท่ากับ 0.470 ให้ค่า p-value เป็น 0.244 ซึ่งมากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า เศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

4.2.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต

เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.8 และพบว่าให้ค่า MAPE เป็น 4.32%

ตารางที่ 4.8 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อ $k=2$ และใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	เศษเหลือ
มกราคม	1,828,081.00	1,734,641.81	93,439.19
กุมภาพันธ์	1,761,130.00	1,670,266.29	90,863.71
มีนาคม	1,777,005.00	1,587,162.12	189,842.88
เมษายน	1,561,010.00	1,415,371.59	145,638.41
พฤษภาคม	1,234,361.00	1,249,541.79	-15,180.79
มิถุนายน	1,247,228.00	1,256,142.86	-8,914.86
กรกฎาคม	1,414,868.00	1,416,859.19	-1,991.19
สิงหาคม	1,493,017.00	1,425,652.76	67,364.24
กันยายน	1,173,792.00	1,246,781.73	-72,989.73
ตุลาคม	1,398,072.00	1,459,679.08	-61,607.08
พฤศจิกายน	1,522,472.00	1,561,366.94	-38,894.94
ธันวาคม	1,700,051.00	1,729,773.61	-29,722.61
MAPE			4.32 %

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 อนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ของอนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่แสดงดังตารางที่ 4.9 – 4.11

ตารางที่ 4.9 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่ โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

การกำหนดค่าเริ่มต้นของ องค์ประกอบแนวโน้ม ที่แตกต่างกัน (5 แบบ)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
แบบที่ 1	7,529.58	10,278.81
แบบที่ 2	7,849.45	10,539.32
แบบที่ 3	7,710.26	10,297.40
แบบที่ 4	7,417.37	9,842.13
แบบที่ 5	7,422.15	9,848.77

* เฉลี่ยเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉลี่ยเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เฉลี่ยเหลือมีการแจกแจงปกติ ดังนั้นจึงไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

ตารางที่ 4.10 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่ โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2

จำนวนปี ในวิธีแยกส่วนประกอบ เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น (2-15 ปี)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
T=2	8,703.86	10,702.54
T=3	9,068.11	11,301.27
T=4	9,116.14	10,604.21
T=5	9,141.90	10,554.53
T=6	8,056.84	8,294.01
T=7	* 9,584.77	9,721.75
T=8	10,938.93	10,892.68
T=9	12,948.65	12,952.15
T=10	18,454.00	18,390.52
T=11	26,052.18	25,667.86
T=12	55,408.36	55,181.39
T=13	78,323.98	80,515.86
T=14	185,484.31	188,497.72
T=15	320,850.08	327,016.71

* เฉลี่ยจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉลี่ยที่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 7 ปี (T=7) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (9,584.77) และเฉลี่ยที่มีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.11 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานขนาดใหญ่ โดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

ขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ (2-12 ช่วงเวลา)	เกณฑ์การรวมกันของค่าพยากรณ์	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
		รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
k=2	ค่าเฉลี่ย	* 3,175.62	6,543.77
	ค่ามัธยฐาน	* 3,412.29	6,838.82
k=3	ค่าเฉลี่ย	2,804.56	* 5,603.28
	ค่ามัธยฐาน	* 2,601.52	5,056.03
k=4	ค่าเฉลี่ย	3,531.48	5,571.58
	ค่ามัธยฐาน	3,357.55	5,016.49
k=5	ค่าเฉลี่ย	* 4,174.35	* 5,940.83
	ค่ามัธยฐาน	* 4,025.72	* 5,267.76
k=6	ค่าเฉลี่ย	* 4,929.92	* 6,858.66
	ค่ามัธยฐาน	4,918.06	* 6,498.34
k=7	ค่าเฉลี่ย	5,964.00	* 8,050.58
	ค่ามัธยฐาน	5,890.70	* 7,714.30
k=8	ค่าเฉลี่ย	6,965.75	* 9,414.09
	ค่ามัธยฐาน	7,067.46	* 9,021.38
k=9	ค่าเฉลี่ย	7,875.27	* 9,813.92
	ค่ามัธยฐาน	7,921.54	* 9,455.19
k=10	ค่าเฉลี่ย	8,361.02	10,599.33
	ค่ามัธยฐาน	8,309.12	10,161.92
k=11	ค่าเฉลี่ย	9,048.82	10,461.11
	ค่ามัธยฐาน	9,066.38	10,012.03
k=12	ค่าเฉลี่ย	9,238.05	10,454.06
	ค่ามัธยฐาน	9,221.42	10,063.21

* เศษเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

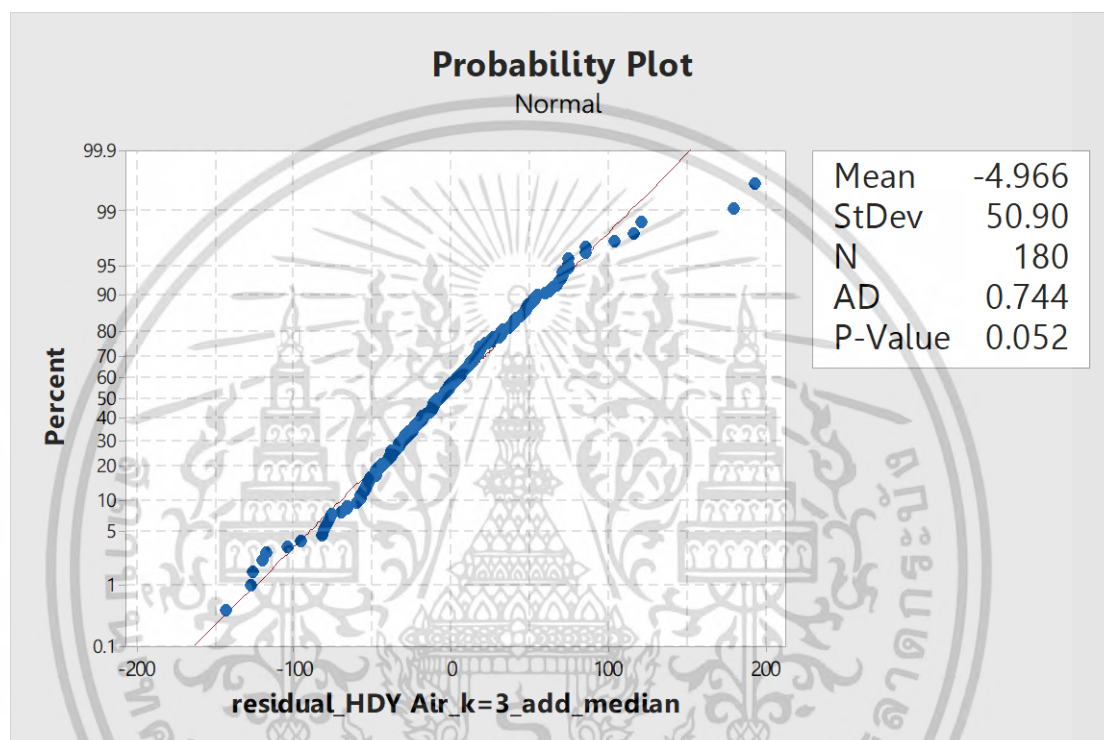
ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา (k=3) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (2,601.52) และเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่

จากตารางที่ 4.9 – 4.11 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่มาจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (2,601.52)



รูปที่ 4.5 เศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่

จากรูปที่ 4.5 พบว่า AD เท่ากับ 0.744 ให้ค่า p-value 0.052 เป็น ซึ่งมากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า เศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

4.3.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานขนาดใหญ่

เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.12 และพบว่าให้ค่า MAPE เป็น 6.54%

ตารางที่ 4.12 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อ $k=3$ และใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานขนาดใหญ่ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	เศษเหลือ
มกราคม	2,214.00	2,307.72	-93.72
กุมภาพันธ์	2,046.00	2,189.98	-143.98
มีนาคม	2,287.00	2,411.68	-124.68
เมษายน	2,361.00	2,398.10	-37.10
พฤษภาคม	2,281.00	2,384.20	-103.20
มิถุนายน	2,209.00	2,245.79	-36.79
กรกฎาคม	2,216.00	2,250.48	-34.48
สิงหาคม	2,165.00	2,262.10	-97.10
กันยายน	2,061.00	2,185.72	-124.72
ตุลาคม	2,106.00	2,286.79	-180.79
พฤศจิกายน	1,928.00	2,267.25	-339.25
ธันวาคม	2,032.00	2,351.09	-319.09
MAPE			6.54 %

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่แสดงดังตารางที่ 4.13-4.15

ตารางที่ 4.13 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน (5 แบบ)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
แบบที่ 1	* 145,593,394.87	* 187,805,825.27
แบบที่ 2	* 153,507,389.34	* 201,465,240.36
แบบที่ 3	* 150,591,498.36	* 190,284,839.36
แบบที่ 4	* 141,906,444.26	* 179,882,557.75
แบบที่ 5	* 144,651,957.16	* 182,222,688.24

* เฉลี่ยเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉลี่ยเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.13 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มแบบที่ 4 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (141,906,444.26) และเฉลี่ยเหลือมีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.14 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2

จำนวนปี ในวิธีแยกส่วนประกอบ เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น (2-15 ปี)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
T=2	* 144,796,260.11	* 183,425,214.61
T=3	* 158,373,884.80	* 199,477,820.09
T=4	* 151,113,806.15	* 193,155,630.65
T=5	* 175,920,530.66	* 212,391,549.76
T=6	* 163,240,966.15	* 178,824,600.57
T=7	* 191,804,875.55	* 198,721,398.63
T=8	* 250,547,205.11	* 250,391,987.64
T=9	317,574,727.68	313,393,084.08
T=10	448,138,911.13	439,821,210.16
T=11	573,647,971.49	552,683,912.16
T=12	1,292,909,280.07	1,264,039,577.42
T=13	1,976,708,277.29	1,990,214,948.73
T=14	4,725,755,663.12	4,714,791,127.26
T=15	8,094,127,090.34	7,967,162,116.10

* เฉลี่ยจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉลี่ยที่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 2 ปี (T=2) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (144,796,260.11) และเฉลี่ยที่มีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.15 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ โดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

ขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ (2-12 ช่วงเวลา)	เกณฑ์การรวมกันของค่าพยากรณ์	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
		รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
k=2	ค่าเฉลี่ย	* 88,846,198.51	* 129,788,704.33
	ค่ามัธยฐาน	* 86,354,086.65	* 130,250,226.33
k=3	ค่าเฉลี่ย	* 87,324,332.21	* 116,930,713.73
	ค่ามัธยฐาน	* 89,525,238.61	* 115,658,674.36
k=4	ค่าเฉลี่ย	* 79,949,706.90	* 105,843,200.23
	ค่ามัธยฐาน	* 81,570,942.35	* 103,806,890.88
k=5	ค่าเฉลี่ย	* 81,986,032.38	* 99,990,283.99
	ค่ามัธยฐาน	* 85,978,469.99	* 100,007,112.80
k=6	ค่าเฉลี่ย	* 82,335,954.56	* 98,991,144.61
	ค่ามัธยฐาน	* 83,052,064.05	* 100,499,750.02
k=7	ค่าเฉลี่ย	* 93,248,688.11	* 107,971,228.89
	ค่ามัธยฐาน	* 94,165,420.59	* 108,522,949.05
k=8	ค่าเฉลี่ย	* 103,862,930.91	* 115,855,534.97
	ค่ามัธยฐาน	* 106,077,145.95	* 117,528,540.52
k=9	ค่าเฉลี่ย	* 110,568,280.68	* 123,880,380.32
	ค่ามัธยฐาน	* 111,524,268.24	* 125,489,655.23
k=10	ค่าเฉลี่ย	* 124,076,420.68	* 128,466,802.70
	ค่ามัธยฐาน	* 128,544,033.06	* 129,685,766.33
k=11	ค่าเฉลี่ย	* 130,440,365.34	* 133,005,320.81
	ค่ามัธยฐาน	* 130,282,561.11	* 130,985,932.45
k=12	ค่าเฉลี่ย	* 138,586,583.60	* 132,282,006.28
	ค่ามัธยฐาน	* 139,398,627.96	* 131,644,735.41

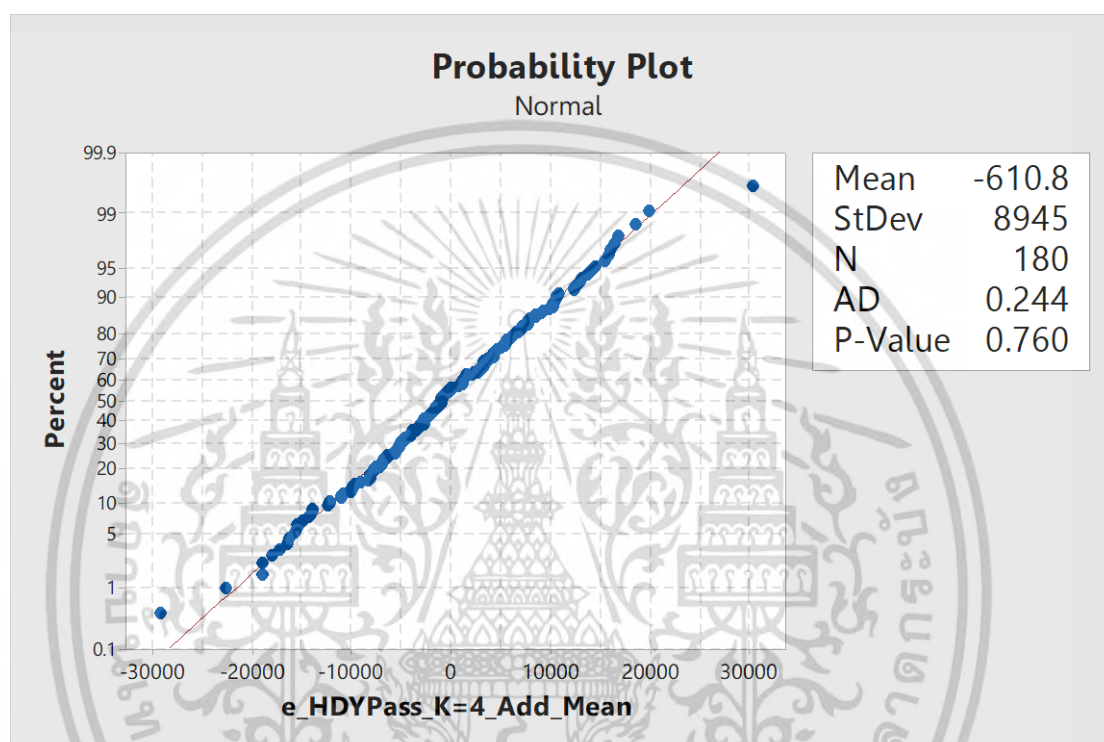
* เศษเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา (k=4) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (79,949,706.90) และเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่

จากตารางที่ 4.13-4.15 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่มาจากวิธี แบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา ($k=4$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (79,949,706.90)



รูปที่ 4.7 เศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา ($k=4$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่

จากรูปที่ 4.7 พบว่า AD เท่ากับ 0.244 ให้ค่า p-value เป็น 0.760 ซึ่งมากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า เศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

4.4.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่

เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา ($k=4$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.16 และพบว่าให้ค่า MAPE เป็น 11.64%

ตารางที่ 4.16 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อ $k=4$ ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	เศษเหลือ
มกราคม	336,095.00	353,629.29	-17,534.29
กุมภาพันธ์	312,107.00	344,349.00	-32,242.00
มีนาคม	365,057.00	384,371.07	-19,314.07
เมษายน	362,425.00	376,943.23	-14,518.23
พฤษภาคม	338,671.00	363,315.92	-24,644.92
มิถุนายน	317,663.00	340,359.55	-22,696.55
กรกฎาคม	305,547.00	357,491.25	-51,944.25
สิงหาคม	314,461.00	363,002.86	-48,541.86
กันยายน	301,511.00	354,457.80	-52,946.80
ตุลาคม	334,028.00	374,850.17	-40,822.17
พฤศจิกายน	302,163.00	353,527.17	-51,364.17
ธันวาคม	307,114.00	372,167.51	-65,053.51
MAPE			11.64 %

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 4 ช่วงเวลา ($k=4$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 อนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ของอนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงรายแสดงดังตารางที่ 4.17 – 4.19

ตารางที่ 4.17 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน (5 แบบ)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
แบบที่ 1	* 4,700.46	* 9,492.28
แบบที่ 2	* 5,128.76	* 10,697.58
แบบที่ 3	* 5,045.49	* 10,251.96
แบบที่ 4	* 4,779.24	* 9,443.75
แบบที่ 5	* 4,759.66	* 9,402.96

* เฉลี่ยเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉลี่ยเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.17 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มแบบที่ 1 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (4,700.46) และเฉลี่ยเหลือมีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.18 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2

จำนวนปี ในวิธีแยกส่วนประกอบ เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น (2-15 ปี)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
T=2	4,594.27	6,372.29
T=3	4,427.85	* 4,810.05
T=4	4,413.64	* 4,615.95
T=5	5,090.83	* 5,163.52
T=6	* 4,575.66	* 4,161.92
T=7	* 4,942.21	* 4,803.08
T=8	* 5,124.65	* 4,642.26
T=9	* 6,127.71	* 5,309.32
T=10	* 6,145.50	5,801.61
T=11	* 10,958.84	9,360.48
T=12	21,625.64	21,072.62
T=13	41,165.06	50,133.66
T=14	102,624.25	138,275.46
T=15	285,909.00	403,156.85

* เฉพาะเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉพาะเหลือที่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.18 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 6 ปี (T=6) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (4,161.92) และเฉพาะเหลือมีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.19 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย โดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

ขอบเขตการสุ่มเศษ เหลือ (2-12 ช่วงเวลา)	เกณฑ์การรวมกัน ของค่าพยากรณ์	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
		รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
k=2	ค่าเฉลี่ย	* 1,911.37	* 7,090.59
	ค่ามัธยฐาน	* 2,193.54	* 7,207.34
k=3	ค่าเฉลี่ย	* 1,360.13	* 5,806.65
	ค่ามัธยฐาน	1,317.67	* 5,906.72
k=4	ค่าเฉลี่ย	1,613.91	* 5,057.25
	ค่ามัธยฐาน	1,604.06	* 5,199.02
k=5	ค่าเฉลี่ย	1,911.33	* 4,645.16
	ค่ามัธยฐาน	1,824.62	* 4,838.67
k=6	ค่าเฉลี่ย	* 2,415.20	* 4,450.23
	ค่ามัธยฐาน	* 2,299.06	* 4,587.86
k=7	ค่าเฉลี่ย	* 2,785.91	* 4,526.46
	ค่ามัธยฐาน	* 2,736.54	* 4,781.14
k=8	ค่าเฉลี่ย	* 3,309.34	* 4,318.00
	ค่ามัธยฐาน	* 3,311.50	* 4,418.75
k=9	ค่าเฉลี่ย	* 3,846.06	* 4,222.24
	ค่ามัธยฐาน	* 3,772.23	* 4,539.30
k=10	ค่าเฉลี่ย	* 4,049.94	4,184.07
	ค่ามัธยฐาน	* 4,021.12	* 4,165.50
k=11	ค่าเฉลี่ย	* 4,400.39	* 4,375.37
	ค่ามัธยฐาน	* 4,473.69	* 4,499.11
k=12	ค่าเฉลี่ย	4,737.45	* 4,128.70
	ค่ามัธยฐาน	4,746.79	* 4,026.33

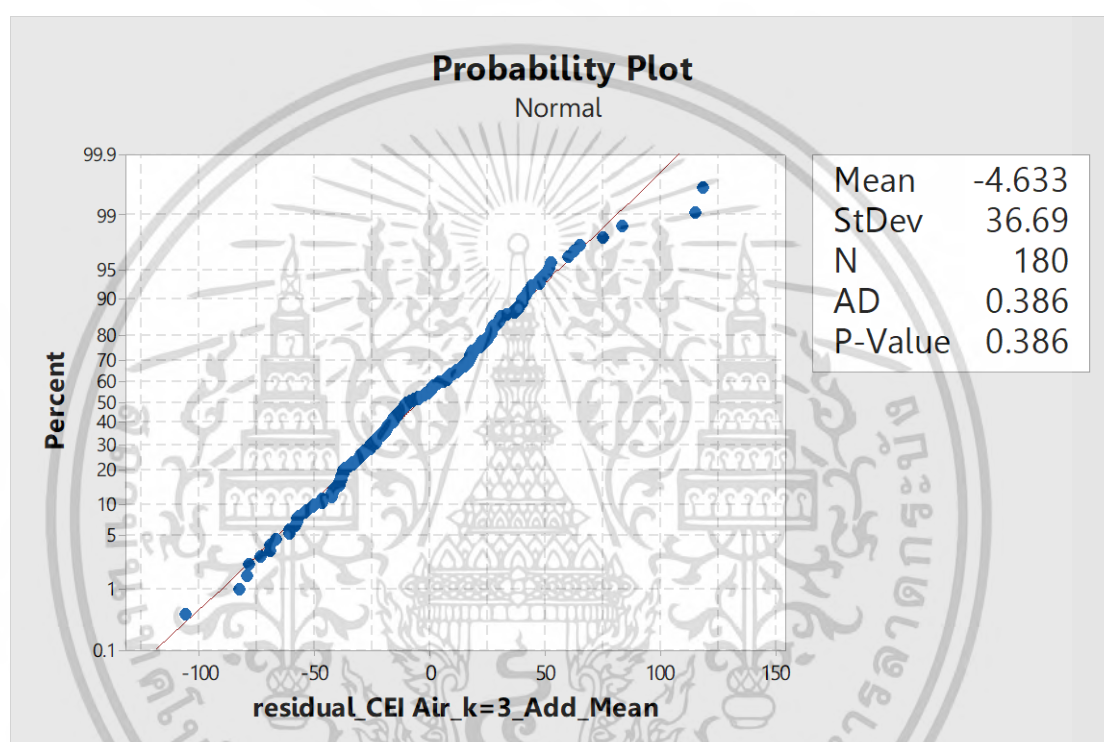
* เศษเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.19 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา (k=3) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย ในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (1,360.13) และเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

จากตารางที่ 4.17 – 4.19 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลา จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงรายมาจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (1,360.13)



รูปที่ 4.9 เศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

จากรูปที่ 4.9 พบว่า AD เท่ากับ 0.386 ให้ค่า p-value เป็น 0.386 ซึ่งมากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า เศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

4.5.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.20 และพบว่าให้ค่า MAPE เป็น 11.80%

ตารางที่ 4.20 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อ $k=3$ ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	เศษเหลือ
มกราคม	1,894.00	1,919.93	-25.93
กุมภาพันธ์	1,785.00	1,867.43	-82.43
มีนาคม	1,876.00	1,921.10	-45.10
เมษายน	1,651.00	1,895.66	-244.66
พฤษภาคม	1,671.00	1,852.15	-181.15
มิถุนายน	1,619.00	1,756.74	-137.74
กรกฎาคม	1,608.00	1,753.78	-145.78
สิงหาคม	1,597.00	1,770.03	-173.03
กันยายน	1,434.00	1,774.68	-340.68
ตุลาคม	1,579.00	1,899.86	-320.86
พฤศจิกายน	1,640.00	1,975.08	-335.08
ธันวาคม	1,774.00	2,033.86	-259.86
MAPE			11.80 %

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 3 ช่วงเวลา ($k=3$) ที่ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

4.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงรายแสดงดังตารางที่ 4.21 – 4.23

ตารางที่ 4.21 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

การกำหนดค่าเริ่มต้นของ องค์ประกอบแนวโน้ม ที่แตกต่างกัน (5 แบบ)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
แบบที่ 1	46,090,936.36	* 45,870,852.75
แบบที่ 2	51,777,390.02	* 49,258,834.50
แบบที่ 3	52,490,230.43	* 50,653,510.29
แบบที่ 4	46,062,134.35	* 44,545,965.72
แบบที่ 5	46,199,944.41	* 44,301,105.84

* เฉลี่ยเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉลี่ยเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.21 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มแบบที่ 5 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (44,301,105.84) และเฉลี่ยเหลือมีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.22 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2

จำนวนปี ในวิธีแยกส่วนประกอบ เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น (2-15 ปี)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
T=2	* 48,674,981.31	* 42,783,561.51
T=3	* 51,918,832.81	* 44,375,848.69
T=4	* 55,612,850.69	* 47,830,989.53
T=5	* 65,812,023.38	* 60,662,868.74
T=6	* 53,136,313.01	* 45,214,593.69
T=7	* 60,579,005.04	53,628,724.98
T=8	* 70,865,472.77	62,270,651.64
T=9	* 85,881,434.61	* 77,483,270.19
T=10	* 106,955,056.87	* 99,312,418.61
T=11	158,799,496.09	153,375,241.89
T=12	349,872,477.56	339,085,090.13
T=13	643,423,214.40	660,673,118.51
T=14	1,639,282,865.83	1,776,723,225.06
T=15	4,293,140,514.19	4,853,255,569.04

* เฉพาะเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.22 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 2 ปี (T=2) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (42,783,561.51) และเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.23 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย โดยวิธีแบกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

ขอบเขตการสุ่มเศษ เหลือ (2-12 ช่วงเวลา)	เกณฑ์การรวมกัน ของค่าพยากรณ์	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
		รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
k=2	ค่าเฉลี่ย	21,813,257.27	37,213,301.94
	ค่ามัธยฐาน	22,671,461.67	* 36,785,073.02
k=3	ค่าเฉลี่ย	18,689,782.91	* 41,450,055.33
	ค่ามัธยฐาน	17,988,521.52	* 41,166,649.51
k=4	ค่าเฉลี่ย	21,421,736.13	* 48,199,405.01
	ค่ามัธยฐาน	21,633,854.81	* 48,938,519.11
k=5	ค่าเฉลี่ย	26,560,024.27	* 53,414,464.29
	ค่ามัธยฐาน	27,003,311.64	* 54,482,896.04
k=6	ค่าเฉลี่ย	33,565,971.52	* 56,096,987.79
	ค่ามัธยฐาน	33,570,701.76	* 56,465,757.02
k=7	ค่าเฉลี่ย	43,570,824.47	58,457,876.78
	ค่ามัธยฐาน	42,001,096.08	58,775,620.42
k=8	ค่าเฉลี่ย	49,569,170.16	60,136,327.04
	ค่ามัธยฐาน	50,585,068.18	62,829,368.36
k=9	ค่าเฉลี่ย	58,151,066.98	60,478,618.41
	ค่ามัธยฐาน	57,267,253.19	63,581,542.05
k=10	ค่าเฉลี่ย	60,626,521.94	61,382,002.32
	ค่ามัธยฐาน	63,396,068.80	64,227,559.39
k=11	ค่าเฉลี่ย	70,487,084.63	63,199,838.15
	ค่ามัธยฐาน	69,842,955.87	65,455,774.43
k=12	ค่าเฉลี่ย	76,011,270.80	64,516,746.31
	ค่ามัธยฐาน	76,288,933.84	64,750,293.06

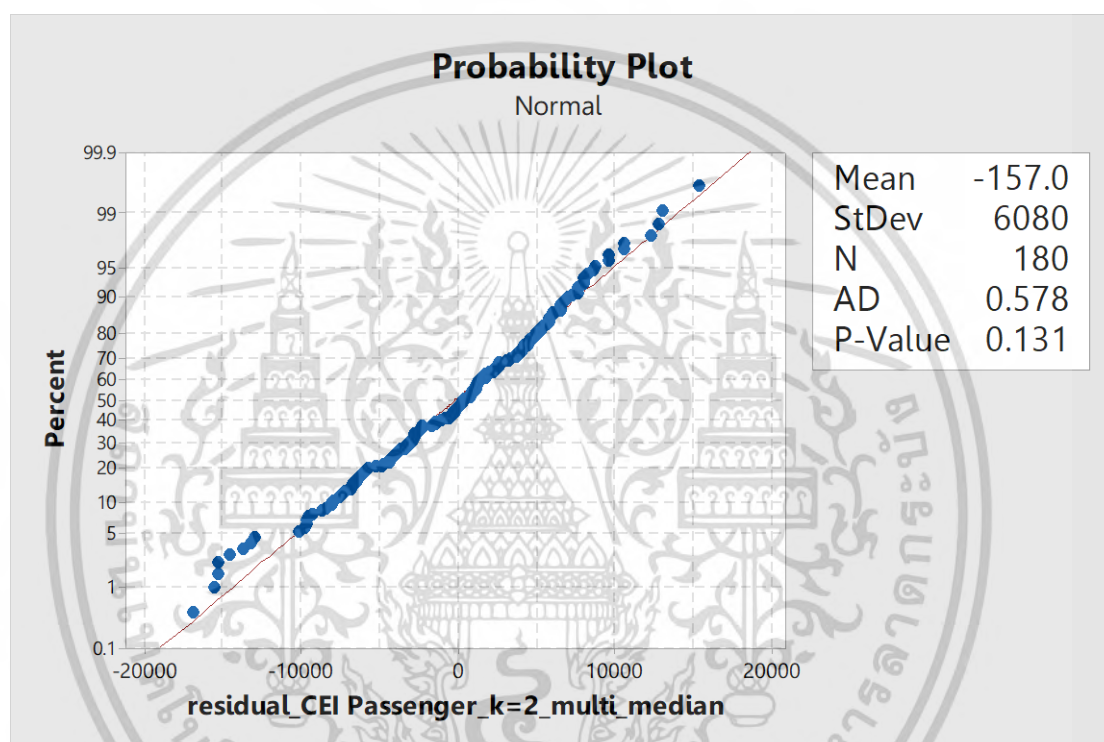
* เศษเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.23 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีแบกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา (k=2) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (36,785,073.02) และเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

จากตารางที่ 4.21 – 4.23 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลา จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงรายมาจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของ ค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (36,785,073.02)



รูปที่ 4.11 เศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

จากรูปที่ 4.11 พบว่า AD เท่ากับ 0.578 ให้ค่า p-value เป็น 0.131 ซึ่งมากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า เศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

4.6.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง

เชียงราย

เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.24 และพบว่าให้ค่า MAPE เป็น 5.58%

ตารางที่ 4.24 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อ $k=2$ ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	เศษเหลือ
มกราคม	283,528.00	289,718.61	-6,190.61
กุมภาพันธ์	262,471.00	257,276.53	5,194.47
มีนาคม	260,074.00	260,181.92	-107.92
เมษายน	241,804.00	266,236.74	-24,432.74
พฤษภาคม	234,820.00	239,515.70	-4,695.70
มิถุนายน	219,169.00	214,622.50	4,546.50
กรกฎาคม	224,648.00	235,509.89	-10,861.89
สิงหาคม	228,244.00	243,255.38	-15,011.38
กันยายน	201,675.00	217,515.58	-15,840.58
ตุลาคม	253,423.00	266,663.21	-13,240.21
พฤศจิกายน	248,914.00	276,134.69	-27,220.69
ธันวาคม	269,957.00	305,340.21	-35,383.21
MAPE			5.58 %

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น 2 ช่วงเวลา ($k=2$) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 อนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง

4.7.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ของอนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมืองแสดงดังตารางที่

ตารางที่ 4.25 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน (5 แบบ)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
แบบที่ 1	4,044,666.19	369,223,619.30
แบบที่ 2	4,271,157.41	434,097,323.21
แบบที่ 3	4,121,379.13	824,176,577.90
แบบที่ 4	3,987,765.35	116,463,314.73
แบบที่ 5	3,983,645.23	380,510,595.15

* เฉลี่ยเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉลี่ยเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.25 พบว่า ไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เฉลี่ยเหลือมีการแจกแจงปกติ ดังนั้นจึงไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

ตารางที่ 4.26 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2

จำนวนปี ในวิธีแยกส่วนประกอบ เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น (2-15 ปี)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
T=2	3,501,109.44	67,165,380.97
T=3	3,826,334.85	255,955,534.74
T=4	3,285,606.47	588,276,504.15
T=5	3,671,282.98	58,205,876.83
T=6	4,311,618.16	105,090,354.75
T=7	4,643,103.69	172,000,055.32
T=8	4,766,841.59	321,969,091.60
T=9	6,244,939.64	6,953,528.63
T=10	1,748,346.32	* 3,459,093.48
T=11	960,183.34	2,293,476.99
T=12	* 660,723.36	1,796,140.60
T=13	1,713,887.94	3,548,711.01
T=14	4,034,638.56	5,641,321.59
T=15	10,706,062.38	12,641,326.36

* เฉพาะเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉพาะเหลือที่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.26 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี (T=12) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (660,723.36) และเฉพาะเหลือมีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.27 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

ขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ (2-12 ช่วงเวลา)	เกณฑ์การรวมกันของค่าพยากรณ์	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
		รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
k=2	ค่าเฉลี่ย	1,667,887.98	15,644,541.32
	ค่ามัธยฐาน	1,157,754.94	8,583,884.59
k=3	ค่าเฉลี่ย	1,366,419.85	44,324,980.36
	ค่ามัธยฐาน	969,136.06	40,531,413.26
k=4	ค่าเฉลี่ย	1,680,024.11	42,658,118.02
	ค่ามัธยฐาน	1,500,977.13	37,940,447.18
k=5	ค่าเฉลี่ย	2,247,885.49	38,325,634.88
	ค่ามัธยฐาน	2,564,375.13	35,562,735.57
k=6	ค่าเฉลี่ย	2,760,331.27	34,936,859.19
	ค่ามัธยฐาน	2,712,625.94	28,229,975.11
k=7	ค่าเฉลี่ย	2,994,155.85	41,533,321.21
	ค่ามัธยฐาน	2,876,137.10	29,115,911.84
k=8	ค่าเฉลี่ย	3,868,666.16	24,134,220.83
	ค่ามัธยฐาน	4,024,043.11	19,367,555.08
k=9	ค่าเฉลี่ย	4,654,878.69	26,986,291.59
	ค่ามัธยฐาน	4,649,493.95	19,154,763.47
k=10	ค่าเฉลี่ย	5,346,871.52	24,196,850.69
	ค่ามัธยฐาน	5,290,848.73	19,072,112.85
k=11	ค่าเฉลี่ย	6,353,723.21	24,994,852.04
	ค่ามัธยฐาน	6,541,780.41	17,324,868.40
k=12	ค่าเฉลี่ย	6,974,657.20	24,207,664.37
	ค่ามัธยฐาน	7,138,381.58	16,368,027.49

* เศษเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

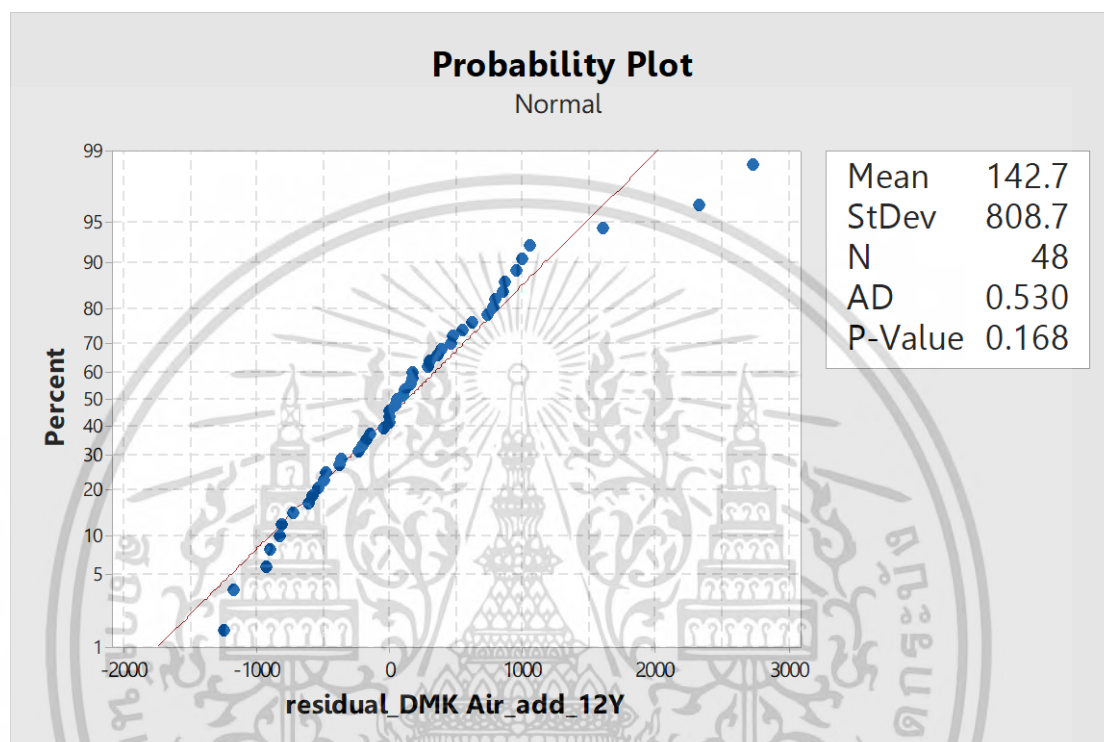
ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.27 พบว่า ไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เศษเหลือมีการแจกแจงปกติ ดังนั้นจึงไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง

จากตารางที่ 4.25 - 4.27 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมืองมาจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (660,723.36)



รูปที่ 4.13 เศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง

จากรูปที่ 4.13 พบว่า AD เท่ากับ 0.530 ให้ค่า p-value เป็น 0.168 ซึ่งมากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า เศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

4.7.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง

เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.28 และ พบว่าให้ค่า MAPE เป็น 4.35%

ตารางที่ 4.28 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมืองตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	เศษเหลือ
มกราคม	23,930.00	23,399.65	530.35
กุมภาพันธ์	21,563.00	21,620.58	-57.58
มีนาคม	23,502.00	23,835.46	-333.46
เมษายน	22,934.00	23,343.24	-409.24
พฤษภาคม	22,887.00	23,676.81	-789.81
มิถุนายน	22,108.00	22,906.16	-798.16
กรกฎาคม	22,832.00	23,886.57	-1,054.57
สิงหาคม	23,065.00	24,087.01	-1,022.01
กันยายน	21,455.00	22,833.63	-1,378.63
ตุลาคม	23,068.00	24,572.02	-1,504.02
พฤศจิกายน	21,914.00	24,049.19	-2,135.19
ธันวาคม	23,112.00	24,898.51	-1,786.51
MAPE			4.35 %

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง

4.8.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมืองแสดงดังตารางที่ 4.29 – 4.31

ตารางที่ 4.29 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

การกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน (5 แบบ)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
แบบที่ 1	153,050,025,084.47	1,401,453,183,800.52
แบบที่ 2	155,844,943,356.79	1,221,329,548,003.04
แบบที่ 3	174,344,469,109.95	1,472,427,735,836.07
แบบที่ 4	150,072,114,755.02	1,316,428,223,610.83
แบบที่ 5	149,522,822,839.59	721,882,988,314.77

* เฉลี่ยจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเฉลี่ยที่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.29 พบว่า ไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เฉลี่ยมีการแจกแจงปกติ ดังนั้นจึงไม่มีตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1

ตารางที่ 4.30 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธี
โฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2

จำนวนปี ในวิธีแยกส่วนประกอบ เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น (2-15 ปี)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
T=2	101,527,197,437.17	1,172,755,173,779.18
T=3	108,893,494,519.30	2,355,910,423,704.81
T=4	89,767,759,410.79	4,383,237,860,464.58
T=5	98,076,254,741.14	405,253,046,444.32
T=6	109,190,346,229.95	1,837,086,082,360.66
T=7	119,010,874,609.63	1,598,399,461,983.41
T=8	118,441,605,343.46	245,131,803,769.09
T=9	142,725,824,064.59	148,123,089,986.04
T=10	58,384,431,377.93	* 104,961,379,581.86
T=11	42,026,650,457.03	* 79,004,492,648.34
T=12	* 17,197,965,454.66	* 41,435,584,371.15
T=13	35,966,904,612.69	70,265,742,862.01
T=14	94,298,083,815.16	148,300,644,623.93
T=15	285,606,292,329.09	348,949,376,455.57

* เศษเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.30 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก
เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี (T=12) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด
(17,197,965,454.66) และเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.31 ค่า MSE จากตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง โดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

ขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ (2-12 ช่วงเวลา)	เกณฑ์การรวมกันของค่าพยากรณ์	วิธีโฮลท์-วินเทอร์	
		รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ
k=2	ค่าเฉลี่ย	98,799,104,189.88	304,336,227,147.97
	ค่ามัธยฐาน	124,514,325,816.05	204,251,214,970.99
k=3	ค่าเฉลี่ย	63,679,787,454.04	327,502,973,712.06
	ค่ามัธยฐาน	59,659,363,923.87	215,482,491,974.81
k=4	ค่าเฉลี่ย	61,134,673,695.11	326,620,442,916.10
	ค่ามัธยฐาน	* 55,661,089,790.82	187,909,793,429.18
k=5	ค่าเฉลี่ย	64,487,141,012.34	409,385,305,087.35
	ค่ามัธยฐาน	61,192,807,297.80	193,038,084,447.46
k=6	ค่าเฉลี่ย	69,460,583,010.20	304,183,794,524.07
	ค่ามัธยฐาน	71,634,241,821.45	181,194,730,950.16
k=7	ค่าเฉลี่ย	81,969,147,487.02	489,527,998,026.10
	ค่ามัธยฐาน	74,916,562,273.35	306,302,078,791.96
k=8	ค่าเฉลี่ย	90,598,066,745.94	677,288,885,412.85
	ค่ามัธยฐาน	86,965,827,257.43	248,859,434,752.93
k=9	ค่าเฉลี่ย	105,926,521,719.80	494,792,655,318.54
	ค่ามัธยฐาน	101,373,897,424.72	211,814,484,230.06
k=10	ค่าเฉลี่ย	119,778,552,978.95	421,699,014,138.38
	ค่ามัธยฐาน	120,635,436,888.43	246,052,249,631.95
k=11	ค่าเฉลี่ย	141,911,393,563.17	436,739,249,276.94
	ค่ามัธยฐาน	137,451,646,646.86	256,715,903,176.57
k=12	ค่าเฉลี่ย	167,186,710,538.29	423,614,660,571.27
	ค่ามัธยฐาน	169,038,433,827.62	270,417,235,275.21

* เศษเหลือจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีการแจกแจงปกติ

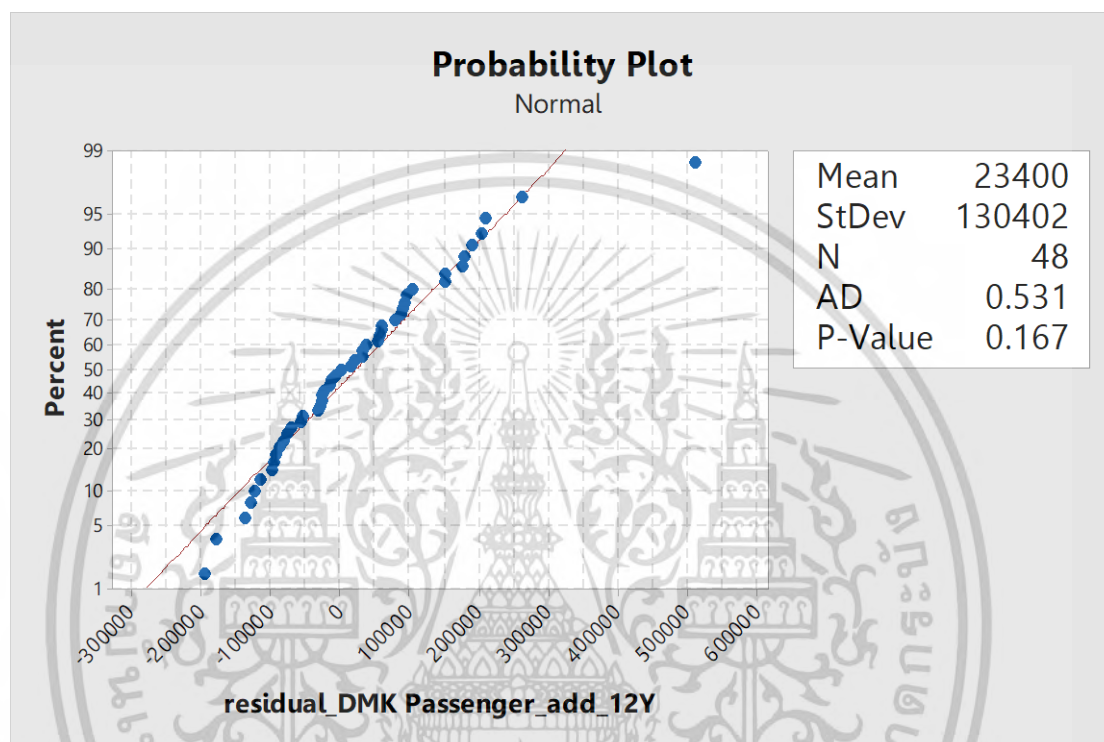
ตัวหนา คือ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.31 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือเป็น ช่วงเวลา (k=4) ที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (55,661,089,790.82) และเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.2 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง

จากตารางที่ 4.29 – 4.31 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมืองมาจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (17,197,965,454.66)



รูปที่ 4.15 เศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง

จากรูปที่ 4.15 พบว่า AD เท่ากับ 0.531 ให้ค่า p-value เป็น 0.167 ซึ่งมากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า เศษเหลือมีการแจกแจงปกติ

4.8.3 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง

เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) ไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.32 และพบว่าให้ค่า MAPE เป็น 2.85%

ตารางที่ 4.32 ค่าสังเกต ค่าพยากรณ์และเศษเหลือจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2562

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	เศษเหลือ
มกราคม	3,629,717.00	3,484,438.06	145,278.94
กุมภาพันธ์	3,388,979.00	3,250,140.36	138,838.64
มีนาคม	3,679,506.00	3,516,342.40	163,163.60
เมษายน	3,533,089.00	3,429,727.97	103,361.03
พฤษภาคม	3,359,061.00	3,349,226.91	9,834.09
มิถุนายน	3,197,114.00	3,225,570.49	-28,456.49
กรกฎาคม	3,378,360.00	3,491,643.56	-113,283.56
สิงหาคม	3,513,350.00	3,576,609.33	-63,259.33
กันยายน	3,122,665.00	3,262,836.62	-140,171.62
ตุลาคม	3,543,778.00	3,580,693.68	-36,915.68
พฤศจิกายน	3,388,454.00	3,502,061.12	-113,607.12
ธันวาคม	3,575,568.00	3,699,369.60	-123,801.60
MAPE			2.85 %

โดยแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$) สำหรับจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 2 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 การใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ซึ่งมีการกำหนดค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มที่แตกต่างกัน 5 แบบ วิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบ และวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ โดยใช้ข้อมูลเวลารายเดือนที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล จำนวน 8 ชุด ได้แก่ จำนวนเที่ยวบินและจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต ท่าอากาศยานหาดใหญ่ ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย และท่าอากาศยานดอนเมือง ที่ถูกรวบรวมโดยบริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวม 204 เดือน และแบ่งอนุกรมเวลาแต่ละชุดออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ใช้ในการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ และส่วนที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้เกณฑ์ค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือของตัวแบบพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ พบว่า อนุกรมเวลาจำนวน 5 ชุด ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dantas et al. (2017) และฉัตรฐิติ (2563) ซึ่งอนุกรมเวลาที่ใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐาน ในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย ได้แก่ จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่และจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย ในขณะที่จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่และจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย ในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย และอนุกรมเวลาอีก 3 ชุด ได้แก่ จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง และจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดมาจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบ จากนั้นนำตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดไปวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์และได้ค่า MAPE ของแต่ละอนุกรมเวลาแสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดและค่า MAPE จากตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของอนุกรมเวลาทั้ง 8 ชุด

อนุกรมเวลา	ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด	MAPE
จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต	วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 3 ปี ($T=3$)	2.05 %
จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต	วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อ $k=2$ และใช้เกณฑ์ ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย	4.32 %
จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานหาดใหญ่	วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อ $k=3$ และใช้เกณฑ์ ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย	6.54 %
จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่	วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อ $k=4$ และใช้เกณฑ์ ค่าเฉลี่ยในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย	11.64 %
จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย	วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อ $k=3$ และใช้เกณฑ์ ค่าเฉลี่ย ในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย	11.80 %
จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย	วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ เมื่อ $k=2$ และใช้เกณฑ์ ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย	5.58 %
จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง	วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$)	4.35 %
จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง	วิธีโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ($T=12$)	2.85 %

จากตาราง 5.1 พบว่า จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต และจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง ให้ค่า MAPE น้อยกว่า 3% เนื่องจากค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2562 มีรูปแบบใกล้เคียงกับค่าสังเกตในอดีต

5.2 การอภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า อนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินและจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมืองที่มีเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝันนั้น ล้วนได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดมาจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบจากข้อมูล 12 ปี ซึ่งเป็นการนำค่าสังเกตส่วนที่มีเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝันไปคำนวณหาค่าเริ่มต้น (12 ปี) และนำค่าสังเกตที่เหลืออยู่ (4 ปี) ไปใช้ในการปรับค่า ทำให้ตัวแบบพยากรณ์ดังกล่าวให้ค่า MSE ต่ำกว่าวิธีอื่น แต่ในกรณีที่อนุกรมเวลา มีจำนวนข้อมูลมากพอ การตัดข้อมูลส่วนที่มีเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝันออก จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ เนื่องจาก อนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินและจำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมืองมีเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝัน เกิดขึ้นระหว่าง พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2555 ผู้วิจัยจึงตัดข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2555 ออก และสร้างตัวแบบพยากรณ์จากค่าสังเกตตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งพบว่า ตัวแบบพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธี ที่ 1 การใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ให้ค่า MSE ต่ำที่สุดและเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ โดยจำนวนเที่ยวบิน ของท่าอากาศยานดอนเมืองพบว่า ตัวแบบพยากรณ์จากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นโดยใช้ ข้อมูล 1 ปีแรก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มแบบที่ 1 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (580,896.30) ในขณะที่จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมืองพบว่า วิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นโดยใช้ข้อมูล 1 ปีแรก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มแบบที่ 4 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (13,177,390,923.19)

ในขณะที่อนุกรมเวลาจำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ตที่มีทั้งแนวโน้มเส้นตรงและ ฤดูกาล จากกราฟอนุกรมเวลาพบว่าในช่วงแรกมีลักษณะคงที่ หลังจากนั้นก็มีลักษณะเพิ่มขึ้นอย่าง ต่อเนื่องเป็นเส้นตรง ดังนั้นการนำค่าสังเกตในช่วงแรกไปใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยก ส่วนประกอบ แล้วจึงนำค่าสังเกตที่เหลืออยู่มาใช้ในการปรับค่าด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งเหมาะสมกับ การพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มเส้นตรงและฤดูกาล จึงทำให้ตัวแบบพยากรณ์ดังกล่าวเป็นตัว แบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ว่า กรณีอนุกรมเวลาที่มีเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝันและกรณี อนุกรมเวลาที่มีลักษณะคงที่หรือไม่มีแนวโน้มเส้นตรงในช่วงแรก แต่มีแนวโน้มเส้นตรงในช่วงถัดมา ควรใช้วิธีโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบในการสร้างตัวแบบ พยากรณ์

เนื่องจากวิธีโฮลท์-วินเทอร์เป็นวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้ม เส้นตรงและฤดูกาล แต่ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของอนุกรมเวลาทั้ง 5 ชุด ที่มีทั้งแนวโน้มไม่เป็นเส้นตรง และฤดูกาล ล้วนได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดมาจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งเป็นการนำ เทคนิคแบกกิ้งมาประยุกต์ใช้กับวิธีโฮลท์-วินเทอร์ในส่วนของการสุ่มเศษเหลือ ก่อนนำไปสร้างตัวแบบ พยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งการสุ่มเศษเหลือ เป็นการช่วยลดความแปรปรวนของเศษเหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำให้เศษเหลือมีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปกติ เมื่อนำเศษเหลืดังกล่าวกลับไปรวมกับแนวโน้มและฤดูกาลที่แยกส่วนประกอบไว้แล้ว เพื่อสร้างอนุกรมเวลาใหม่ ทำให้ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาใหม่มีรูปแบบการเคลื่อนไหวของแนวโน้มคล้ายเส้นตรง การประยุกต์ใช้เทคนิคแบกกิ้งกับวิธีโฮลท์-วินเทอร์จึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ให้กับวิธีโฮลท์-วินเทอร์ได้

เมื่อพิจารณาค่า MSE จากการกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ (k) ด้วยวิธี Moving Block Bootstrap ตั้งแต่ 2 ถึง 12 ช่วงเวลา ในวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ของอนุกรมเวลาทั้ง 8 ชุด พบว่าการสุ่มเศษเหลือด้วยวิธี Moving Block Bootstrap เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ (k) ตั้งแต่ 2 ถึง 4 ช่วงเวลาเป็นขอบเขตการสุ่มเศษเหลือที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาค่า MSE จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ระหว่างการใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานและค่าเฉลี่ยในขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ k ล้วนให้ค่า MSE ที่ไม่แตกต่างกัน แต่เนื่องจากค่ามัธยฐานเป็นค่ากลางที่ใช้ได้ดีแม้ข้อมูลมีค่านอกเกณฑ์ (Outlier) ดังนั้น ค่ามัธยฐานจึงเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้ายสำหรับวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ว่า วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ เมื่อกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ (k) ตั้งแต่ 2 ถึง 4 ช่วงเวลาและใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้ายเป็นวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มไม่เป็นเส้นตรงและฤดูกาล

และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 8 ชุดพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่ใช้วิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นวิธีที่ 1 การใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ที่มีค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มแตกต่างกัน 5 แบบ เป็นวิธีที่ให้ประสิทธิภาพการพยากรณ์ต่ำกว่าวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีที่ 2 วิธีแยกส่วนประกอบและวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ แต่เมื่อพิจารณาค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้มทั้ง 5 แบบ พบว่า การกำหนดค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มแบบที่ 4 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด

จากผลการวิจัยของ Dantas et al. (2017) และ ฉวีวุฒิ (2563) ซึ่งพบว่า วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีโฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 8 ชุดที่วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยการใช้ข้อมูล 1 ปีแรก

และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อพิจารณาเศษเหลือมีการแจกแจงปกติ วิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยการใช้ข้อมูล 1 ปีแรก

โดยจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยนี้สามารถสรุปลักษณะของอนุกรมเวลาและวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ลักษณะของอนุกรมเวลาและวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม

ลักษณะของอนุกรมเวลา	วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม
กรณีอนุกรมเวลาที่มีเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝัน (Shock)	วิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ
กรณีอนุกรมเวลาที่มีลักษณะคงที่หรือไม่มีแนวโน้มเส้นตรงในช่วงแรก แต่มีแนวโน้มเส้นตรงในช่วงถัดมา	วิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ
อนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มไม่เป็นเส้นตรงและฤดูกาล	วิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ โดยกำหนดขอบเขตการสุ่มเศษเหลือ(k) ตั้งแต่ 2 ถึง 4 ช่วงเวลา และใช้เกณฑ์ค่ามัธยฐานในการรวมกันของค่าพยากรณ์สุดท้าย

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์ในงานวิจัยนี้ ทำการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกเป็นแนวโน้ม ฤดูกาลและเศษเหลือ โดยใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ แล้วจึงสร้างตัวอย่างบูตสแตรปของเศษเหลือด้วยวิธี Moving Block Bootstrap และทำการกำหนดค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มแบบที่ 1 เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตควรศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่ใช้วิธี Loess ในการแยกส่วนประกอบ (Bergmeir et al., 2016) และใช้วิธี Circular Block Bootstrap หรือ Linear Process Bootstrap (Petropoulos et al., 2018) ในการสร้างตัวอย่างบูตสแตรปของเศษเหลือ รวมถึงการกำหนดค่าเริ่มต้นองค์ประกอบแนวโน้มแบบอื่นๆ โดยเฉพาะแบบที่ 4

บรรณานุกรม

- คุณากร พลมา และสมศรี บัณฑิตวิไล. 2563. “การพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยวิธีปรับให้เรียบ.” หน้า 261-268. ใน **การประชุมวิชาการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติประจำปี พ.ศ. 2563**. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ฉัฐวุฒิ สมานวงษ์. 2563. “การพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์แบบปรับค่าแนวโน้มกรณีศึกษาจำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ทรงศิริ แท้สมบัติ. 2539. **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ**. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน). 2563. **สถิติขนส่งทางอากาศ**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://aot-th.listedcompany.com/transport.html>.
- ภูมิฐาน รังคกุลนุวัฒน์. 2556. **การวิเคราะห์อนุกรมเวลาสำหรับเศรษฐศาสตร์และธุรกิจ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสภา. 2564. **ศัพท์บัญญัติสำนักงานราชบัณฑิตยสภา (Machine Learning)**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://coined-word.orst.go.th>
- Anderson, T.W., and Darling D.A. 1954. “A test of goodness of fit.” *Journal of the American Statistical Association*. 49 : 765-769.
- Ang, A. H-S. and Tang, 2007. **W.H. Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering**. 2nd ed. New York : John Wiley and Sons.
- Bergmeir, C., Hyndman, R.J. and Benitez, J.M. 2016. “Bagging exponential smoothing methods using STL decomposition and Box-Cox transformation. ” *International Journal of Forecast*. 32(2) : 303-312.
- Booranawong, T. and Booranawong, A. 2018. “Double exponential smoothing and Holt-Winters methods with optimal initial values and weighting factors for
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- forecasting lime, Thai chili and lemongrass prices in Thailand.” *Engineering and Applied Science Research*. 45(1) : 32-38
- 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.
- Dhakre, D. S., Sarkar, K. A., and Manna, S. 2016. “Forecasting price of Brinjal by Holt Winters method in west Bengal using MS Excel.” *International Journal of Bio-resource, Environment and Agricultural Sciences*. 2(1) : 232-235.
- 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
- Hyndman, R.J. and Athanasopoulos, G. 2014. **Forecasting Principles and Practice**. Otexts.
- Hyndman, R.J. and Khandakar, Y. 2008. “Automatic time series forecasting : the forecast packageforR.” *Journal of Statistical Software*. 27(3).
- Kalekar, P. S. 2004. “Time series forecasting using Holt-Winters exponential smoothing.” *Kanwal Rekhi School of Information Technology*. 4329008 : 1-13.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L. and Kulahci, M. 2008. **Introduction to Time Series Analysis and Forecasting**. Wiley Series in Probability and Statistics. New Jersey : John Wiley and Sons.
- Moon, M.A. 2013. **Demand and Supply Integration : The Key to World-Class Demand Forecasting**. Upper Saddle River : Pearson Education.

Petropoulos F., Hyndman, R.J. and Bergmeir, C. 2018. “Exploring the sources of uncertainty : Why does bagging for time series forecasting work?.” *European Journal of Operational Research*. 268 : 545–554.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานภูเก็ต (เที่ยว)

ปี พ.ศ.	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2546	2,609	2,347	2,279	1,819	1,533	1,513	1,932	2,110	1,828	2,078	2,156	2,480
2547	2,936	2,538	2,664	2,575	2,582	2,297	2,478	2,608	2,425	2,938	3,101	3,540
2548	2,151	1,752	1,968	2,070	1,928	1,751	1,900	1,930	1,774	2,019	2,263	2,579
2549	2,770	2,508	2,521	2,461	2,291	2,154	2,449	2,596	2,380	2,533	2,838	3,386
2550	3,531	3,482	3,661	3,366	3,029	2,924	3,241	3,384	2,993	3,258	3,710	4,220
2551	4,155	3,930	4,041	3,477	3,141	2,817	2,726	2,435	2,308	2,772	2,907	3,282
2552	3,467	2,981	3,333	3,158	2,846	2,617	2,901	2,980	2,751	3,081	3,515	4,240
2553	4,524	4,218	4,272	3,986	3,561	3,336	3,763	3,944	3,692	4,090	4,286	4,896
2554	5,142	4,965	4,982	4,739	4,433	4,128	4,538	4,615	4,296	4,789	4,725	5,321
2555	5,917	4,921	5,099	4,940	4,765	4,352	4,924	5,094	4,559	5,116	5,385	5,932
2556	6,220	6,078	6,051	5,761	5,740	5,616	6,151	6,316	5,832	6,102	6,121	6,601
2557	6,979	6,348	6,501	6,463	6,129	5,560	5,831	6,061	5,805	6,432	6,665	7,200
2558	7,436	6,843	7,157	6,674	6,631	6,445	6,858	7,018	6,641	7,269	7,450	8,336
2559	8,712	8,247	8,331	7,875	7,764	7,416	7,926	8,083	7,580	8,096	8,435	9,348
2560	9,663	8,603	9,135	8,744	8,461	8,221	8,849	9,022	8,272	8,786	8,635	9,702
2561	10,261	10,188	10,803	10,512	9,923	9,563	9,850	9,765	8,499	9,451	9,305	10,160
2562	10,817	9,895	10,758	9,659	9,056	8,810	9,397	9,534	8,683	9,228	9,571	10,160

ตารางที่ ก.2 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานภูเก็ต (คน)

ปี พ.ศ.	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2546	392,109	389,217	335,439	218,478	151,946	174,928	270,500	340,101	260,922	314,454	337,586	415,269
2547	509,841	402,050	375,673	368,950	314,915	286,107	394,203	455,189	347,861	445,742	463,265	487,105
2548	181,511	207,004	280,264	237,379	197,447	183,319	251,624	294,125	243,867	343,180	346,545	402,769
2549	467,309	435,443	412,881	389,921	313,464	283,954	356,105	407,450	308,961	376,504	423,662	535,045
2550	569,793	554,751	528,411	487,316	374,477	341,666	434,518	488,825	363,169	448,996	508,984	603,459
2551	635,060	652,468	638,119	507,764	422,339	374,111	445,989	420,474	285,705	426,629	438,109	483,981
2552	562,557	503,247	547,131	484,740	361,192	341,923	432,207	469,927	389,942	488,474	532,643	665,935
2553	749,879	746,204	693,866	569,080	426,423	387,998	507,698	549,098	479,800	595,052	607,621	731,064
2554	855,797	843,877	784,140	679,760	558,731	551,388	690,261	715,141	593,573	690,664	695,773	808,890
2555	1,001,351	867,874	850,246	770,906	630,440	621,889	752,579	836,476	633,917	791,364	838,712	945,798
2556	1,047,557	1,063,271	1,035,638	922,171	807,830	789,493	898,240	1,006,462	833,001	934,378	967,812	1,036,638
2557	1,170,992	1,111,025	1,051,686	994,966	809,583	690,312	811,245	938,039	759,129	952,066	998,285	1,114,170
2558	1,209,565	1,202,948	1,182,762	1,042,185	930,231	862,989	1,043,320	1,139,202	860,319	1,039,271	1,091,455	1,255,109
2559	1,429,034	1,449,476	1,389,850	1,268,336	1,125,246	1,013,199	1,270,873	1,331,903	1,058,258	1,147,762	1,186,308	1,438,049
2560	1,624,272	1,514,773	1,516,627	1,431,078	1,189,195	1,173,120	1,393,302	1,464,457	1,151,488	1,341,818	1,406,168	1,649,101
2561	1,808,353	1,858,152	1,853,672	1,689,139	1,336,602	1,341,256	1,443,412	1,458,873	1,074,287	1,294,994	1,417,311	1,645,643
2562	1,828,081	1,761,130	1,777,005	1,561,010	1,234,361	1,247,228	1,414,868	1,493,017	1,173,792	1,398,072	1,522,472	1,700,051

ตารางที่ ก.3 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานขนาดใหญ่ (เที่ยว)

ปี พ.ศ.	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2546	502	465	485	427	379	348	384	418	387	406	454	506
2547	541	665	651	616	664	665	775	944	897	1,049	1,023	1,073
2548	985	906	920	946	892	844	808	834	852	910	928	978
2549	988	763	849	918	846	788	816	923	825	891	956	1,025
2550	1,009	910	1,015	974	968	958	1,034	1,034	974	974	964	945
2551	925	893	978	938	930	831	707	621	564	600	544	607
2552	785	720	874	789	838	801	827	850	808	872	908	1,018
2553	1,022	843	990	930	865	806	879	995	988	1,127	1,061	1,136
2554	1,096	1,064	1,192	1,246	1,199	1,122	1,147	1,162	1,126	1,294	1,145	1,239
2555	1,204	1,082	1,276	1,305	1,200	1,167	1,220	1,186	1,255	1,356	1,364	1,437
2556	1,437	1,342	1,508	1,445	1,465	1,410	1,434	1,421	1,437	1,496	1,546	1,610
2557	1,576	1,398	1,706	2,022	2,065	1,877	1,881	1,996	1,792	2,008	1,927	2,071
2558	2,082	1,868	2,160	2,117	2,161	1,944	1,972	2,045	1,903	2,124	2,069	2,162
2559	2,131	1,955	2,083	2,242	2,512	2,346	2,451	2,434	2,353	2,475	2,498	2,618
2560	2,568	2,366	2,673	2,587	2,617	2,518	2,597	2,557	2,398	2,317	2,351	2,518
2561	2,412	2,167	2,470	2,516	2,490	2,382	2,572	2,567	2,422	2,544	2,374	2,287
2562	2,214	2,046	2,287	2,361	2,281	2,209	2,216	2,165	2,061	2,106	1,928	2,032

ตารางที่ ก.4 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานหาดใหญ่ (คน)

ปี พ.ศ.	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2546	60,542	67,850	70,136	50,176	50,773	52,114	62,445	63,912	57,301	63,603	65,626	76,766
2547	72,471	80,482	83,069	81,485	77,804	80,980	102,984	117,891	106,479	136,707	106,859	123,732
2548	107,807	103,634	115,636	108,621	93,886	88,075	98,930	103,265	100,325	114,782	101,889	111,907
2549	117,795	99,642	121,923	126,059	108,324	93,771	97,609	104,238	95,329	101,814	99,633	111,948
2550	106,822	94,533	117,884	125,679	112,615	101,174	118,589	125,193	119,795	130,357	119,654	117,850
2551	121,466	115,819	138,515	128,538	121,500	99,662	103,489	98,368	84,868	105,495	82,188	84,958
2552	104,987	94,869	123,695	113,067	113,482	103,102	114,085	122,804	120,440	134,804	112,908	131,630
2553	122,240	114,943	136,670	120,444	105,415	110,161	122,070	125,223	128,476	150,708	122,443	147,113
2554	142,305	147,062	177,147	176,672	160,125	136,750	155,775	158,527	159,941	157,737	131,634	165,438
2555	166,868	162,664	194,739	187,772	172,668	157,149	166,286	180,126	170,162	192,162	186,131	190,756
2556	191,831	189,935	238,854	227,774	221,584	190,843	199,996	216,706	218,798	227,110	203,159	225,919
2557	206,096	195,508	267,974	279,800	266,943	246,994	272,838	291,576	260,342	301,395	261,947	295,868
2558	286,484	272,295	335,759	321,588	314,958	284,364	303,497	311,073	278,865	322,263	296,076	312,714
2559	305,581	288,972	331,195	350,131	350,196	308,986	347,251	336,012	322,091	353,856	335,424	374,970
2560	378,959	335,220	398,000	391,575	373,943	344,263	354,561	357,695	348,664	351,351	354,273	378,860
2561	353,466	328,302	388,721	378,262	358,128	330,711	349,125	360,328	334,191	378,679	344,231	351,963
2562	336,095	312,107	365,057	362,425	338,671	317,663	305,547	314,461	301,511	334,028	302,163	307,114

ตารางที่ ก.5 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย (เที่ยว)

ปี พ.ศ.	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2546	438	393	402	330	194	132	150	158	204	296	404	407
2547	411	357	389	550	512	408	382	380	373	375	406	436
2548	437	397	459	438	421	373	388	422	375	440	494	536
2549	536	453	499	503	457	436	458	431	416	462	468	481
2550	491	426	476	536	560	562	568	620	582	630	693	678
2551	658	599	646	622	636	500	347	377	348	360	342	407
2552	466	422	479	489	485	468	554	560	514	528	558	583
2553	600	521	558	510	444	366	344	384	318	393	483	537
2554	520	523	610	550	502	482	468	390	346	458	456	514
2555	685	635	652	614	570	514	536	526	514	614	596	682
2556	641	559	596	572	531	523	530	530	508	633	723	835
2557	891	848	942	982	1,040	786	784	786	779	978	972	1,197
2558	1,249	1,181	1,185	1,073	1,075	951	987	1,008	943	1,151	1,304	1,295
2559	1,262	1,225	1,144	1,275	1,142	1,011	1,089	1,101	1,074	1,267	1,454	1,546
2560	1,538	1,405	1,523	1,438	1,400	1,244	1,352	1,375	1,359	1,463	1,717	1,847
2561	1,749	1,547	1,744	1,736	1,651	1,591	1,575	1,596	1,508	1,664	1,804	1,907
2562	1,894	1,785	1,876	1,651	1,671	1,619	1,608	1,597	1,434	1,579	1,640	1,774

ตารางที่ ก.6 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย (คน)

ปี พ.ศ.	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2546	47,568	43,258	36,707	32,750	24,784	22,188	27,809	28,396	25,251	36,828	43,135	51,399
2547	53,878	46,087	41,245	52,378	45,504	40,253	49,116	51,677	42,864	56,792	61,410	73,038
2548	67,325	60,449	57,189	59,478	49,218	43,822	51,570	54,247	42,869	58,968	62,238	77,363
2549	74,027	59,847	58,966	61,224	48,937	45,741	51,730	54,421	43,030	55,979	61,349	72,755
2550	74,805	58,483	54,479	60,008	50,626	47,313	60,027	62,744	53,094	69,547	75,745	87,591
2551	84,569	74,956	75,194	66,807	57,653	48,392	46,642	47,369	37,821	48,908	44,717	49,484
2552	64,109	54,882	57,840	53,000	51,346	49,581	59,727	62,868	52,321	66,494	69,764	76,604
2553	77,560	68,388	67,643	56,760	46,086	41,138	52,183	54,632	46,989	60,656	70,750	83,342
2554	85,537	72,209	72,682	69,241	57,706	53,888	67,660	60,642	51,529	73,466	71,067	82,536
2555	94,240	83,071	80,958	82,718	73,672	65,371	74,572	78,506	66,146	88,105	92,206	106,871
2556	100,248	89,689	96,504	88,141	81,145	71,718	79,598	81,243	78,395	95,222	108,126	119,203
2557	121,218	110,843	118,300	123,682	105,048	87,433	103,677	108,390	90,566	128,295	129,348	152,222
2558	162,650	137,233	135,298	140,339	132,971	121,420	137,004	140,882	122,670	160,528	170,169	184,404
2559	187,727	172,456	156,682	172,375	157,553	137,316	157,137	158,333	144,673	189,421	196,828	229,666
2560	238,979	203,302	206,114	203,980	182,150	167,227	186,397	198,029	183,131	222,549	239,472	272,045
2561	268,715	234,686	240,832	246,706	226,877	202,830	224,338	222,425	203,225	253,474	262,968	280,213
2562	283,528	262,471	260,074	241,804	234,820	219,169	224,648	228,244	201,675	253,423	248,914	269,957

ตารางที่ ก.7 จำนวนเที่ยวบินของท่าอากาศยานดอนเมือง (เที่ยว)

ปี พ.ศ.	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2546	18,242	16,615	17,676	15,714	13,955	13,244	15,433	16,739	16,036	17,454	17,785	19,283
2547	19,951	18,374	19,423	20,063	19,869	18,832	20,374	21,154	20,198	21,639	21,780	23,377
2548	22,946	20,449	22,259	22,656	22,079	21,129	22,413	22,775	21,620	22,635	22,685	24,309
2549	24,672	22,210	24,543	24,250	23,028	21,992	23,433	24,112	20,316	1,172	1,265	1,361
2550	1,470	1,277	2,975	5,454	5,050	4,870	5,097	4,941	4,757	5,003	4,964	5,258
2551	5,290	4,904	5,336	4,942	5,045	4,292	3,665	3,339	3,279	3,209	2,700	2,932
2552	3,534	2,869	3,263	1,935	1,924	1,817	2,011	2,505	2,411	2,381	2,524	3,006
2553	3,143	2,661	2,974	2,908	2,564	2,892	2,866	2,799	2,885	3,250	3,495	3,616
2554	3,395	3,585	4,176	4,142	4,132	4,195	4,325	4,957	4,240	3,756	0	37
2555	223	534	3,752	4,044	4,199	4,570	5,533	5,371	5,122	10,158	10,210	11,404
2556	11,756	11,164	12,217	11,413	11,493	11,116	11,509	11,953	11,595	12,960	12,828	14,104
2557	14,774	13,126	14,620	13,987	13,646	12,033	12,789	13,654	13,310	16,282	16,606	17,854
2558	17,945	17,066	18,876	18,587	18,454	17,359	18,688	19,196	17,896	20,042	19,551	20,414
2559	20,610	19,391	19,674	19,878	20,332	19,406	20,875	20,920	19,508	20,618	21,083	22,002
2560	22,087	19,933	21,899	21,143	21,186	20,262	21,394	21,789	20,148	21,943	21,929	23,047
2561	23,040	20,788	23,341	22,837	23,223	22,564	23,212	22,875	21,165	22,979	22,455	23,882
2562	23,930	21,563	23,502	22,934	22,887	22,108	22,832	23,065	21,455	23,068	21,914	23,112

ตารางที่ ก.8 จำนวนผู้โดยสารของท่าอากาศยานดอนเมือง (คน)

ปี พ.ศ.	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2546	2,941,596	2,831,601	2,719,358	1,780,740	1,526,495	1,786,057	2,426,025	2,779,206	2,499,334	2,805,482	2,888,352	3,191,133
2547	3,375,684	2,848,371	2,919,782	3,089,435	2,829,666	2,782,074	3,257,122	3,397,248	2,979,657	3,402,878	3,426,164	3,652,088
2548	3,120,615	2,932,980	3,309,460	3,233,239	2,942,534	2,900,926	3,376,895	3,492,078	3,099,372	3,454,766	3,445,012	3,677,166
2549	3,801,898	3,533,284	3,743,927	3,665,272	3,313,638	3,217,624	3,603,966	3,738,018	2,848,124	1,735	1,013	1,429
2550	1,189	767	123,688	554,601	475,858	429,018	525,344	580,505	493,803	538,987	520,872	560,608
2551	565,733	546,873	579,899	547,209	490,494	395,962	377,477	335,866	291,682	338,777	279,007	294,256
2552	374,430	323,896	355,534	151,510	135,040	107,699	129,107	149,045	145,436	184,621	182,431	228,248
2553	227,863	213,256	254,576	261,046	221,896	231,191	254,456	254,550	244,697	281,608	260,684	294,044
2554	294,280	319,264	371,063	368,587	360,526	330,745	368,695	367,091	356,289	288,360	0	15
2555	95	311	271,835	323,386	289,037	298,019	414,095	432,215	400,045	1,134,156	1,147,075	1,272,872
2556	1,317,240	1,263,891	1,454,684	1,387,395	1,305,353	1,222,479	1,349,010	1,430,240	1,278,358	1,455,295	1,426,750	1,588,531
2557	1,586,929	1,443,973	1,724,741	1,769,385	1,635,972	1,442,649	1,691,737	1,850,942	1,733,037	2,207,840	2,122,797	2,336,566
2558	2,328,521	2,273,793	2,587,366	2,516,133	2,447,596	2,278,272	2,578,033	2,627,876	2,284,519	2,761,358	2,739,808	2,880,908
2559	2,993,691	2,887,546	2,970,734	2,966,195	2,919,298	2,716,346	3,098,909	3,079,339	2,675,758	2,902,869	2,837,289	3,155,818
2560	3,288,072	3,017,974	3,319,913	3,218,875	3,080,690	2,950,605	3,201,662	3,278,280	2,931,570	3,201,789	3,288,826	3,521,501
2561	3,530,790	3,292,130	3,622,713	3,535,395	3,441,215	3,276,081	3,415,426	3,423,443	3,014,418	3,366,051	3,265,030	3,575,456
2562	3,629,717	3,388,979	3,679,506	3,533,089	3,359,061	3,197,114	3,378,360	3,513,350	3,122,665	3,543,778	3,388,454	3,575,568

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวรังสิมา อ่อนลมุล
วัน เดือน ปีเกิด	18 กันยายน พ.ศ. 2533
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556 สำเร็จการศึกษา ทยอปรณศตรบัณตติ เกียรตินิยมอันดับ 1 เหรียญทอง เกรตเฉลี๋ย 3.64 มหาวทิยาลัยมหิตล
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	1. ทุนอุดหนุนการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาของคณะวิทยาศาสตร์ ประเภททุนยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษาแบบเหมาจ่าย: ระหว่างภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ถึงภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 2. ทุนสนับสนุนการนำเสนอผลงานทางวิชาการ (การตีพิมพ์ใน วารสารวิชาการ) ประจำปี 2564
ผลงานทางวิชาการ	1. การพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารท่าอากาศยานหาดใหญ่ ในงานประชุม วิชาการการดำเนินการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2564 (OR-NET 2021) 2. การเปรียบเทียบการพยากรณ์ระหว่างวิธีโฮลท์-วินเทอร์เมื่อกำหนดค่า เริ่มต้นที่แตกต่างกันและวิธีแบกกิ้งโฮลท์-วินเทอร์: กรณศึกษาจำนวน ผู้โดยสารสนามบินภูเก็ตและสนามบินแม่ฟ้าหลวง เชียงราย จัดพิมพ์ลงใน วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 33 ฉบับที่ 3 เดือน กรกฎาคม-กันยายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้