

การพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทาง เข้า-ออก
ภายในประเทศและระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

FORECASTING THE NUMBER OF PASSENGERS
TRAVELING IN AND OUT BY DOMESTIC AND
INTERNATIONAL FLIGHT AT SUVARNABHUMI AIRPORT



นภัสสร เพชรแหวน
พงศ์ภรณ์ เหล็กดำ
มณฑนา มีความดี
วันสนันท์ หงษ์นาค

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาสถิติประยุกต์)
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**FORECASTING THE NUMBER OF PASSENGERS
TRAVELING IN AND OUT BY DOMESTIC AND
INTERNATIONAL FLIGHT AT SUVARNABHUMI AIRPORT**



**NAPASSORN PETWAN
PONGPORN LEKDUM
MUNTANA MEKVARMDDEE
WANUTSANUN HONGNAK**

**A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)
DEPARTMENT OF STATISTICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2018**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทาง เข้า-ออก
ภายในประเทศ และระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
Forecasting the Number of Traveling In and Out by Domestic
and International Flight at Suvarnabhumi Airport

ชื่อนักศึกษา นางสาวนภัสสร เพชรแหวน รหัสนักศึกษา 58051245
นายพงศ์ภรณ์ เหล็กดำ รหัสนักศึกษา 58051269
นางสาวมันทนา มีความดี รหัสนักศึกษา 58051296
นางสาววันสนันท์ หงส์นาค รหัสนักศึกษา 58051310

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

ปีการศึกษา 2561

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล

คณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหา
พิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์
ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ประธานกรรมการ	
ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ กรรมการ	
ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทาง เข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนภัสสร เพชรแหวน รหัสนักศึกษา 58051245
	นายพงศ์ภรณ์ เหล็กดำ รหัสนักศึกษา 58051269
	นางสาวมณฑนา มีความดี รหัสนักศึกษา 58051296
	นางสาววันสนันท์ หงษ์นาค รหัสนักศึกษา 58051310
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษนี้คือ การหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ที่เก็บรวบรวมข้อมูลโดยบริษัทท่าอากาศยานไทย รัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงคมนาคม โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวม 108 เดือน โดยทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2560 รวม 96 เดือนใช้ในการสร้างและเลือกตัวแบบพยากรณ์ ส่วนที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวม 12 เดือน ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์ ซึ่งวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ และ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งจะใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเป็นเกณฑ์ในการเลือกวิธีที่เหมาะสม

จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ คือ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศมีรูปแบบเป็น $ARIMA(0,1,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ และ $ARIMA(0,1,0) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$ ตามลำดับ วิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้าระหว่างประเทศ คือ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโพลท์และวินเทอร์

รูปแบบคุณ วิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ คือ
วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก

คำสำคัญ: การพยากรณ์ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ท่าอากาศยาน
สุวรรณภูมิ จำนวนผู้โดยสาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Forecasting the Number of Passengers Traveling In and Out by Domestic and International Flight at Suvarnabhumi Airport	
Students	Ms. Napassorn Petwan	Student ID 58051245
	Mr. Pongporn Lekdum	Student ID 58051269
	Ms. Muntana Mekvarmdee	Student ID 58051296
	Ms. Wanutsanan Hongnak	Student ID 58051310
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)	
Department	Statistics	
Faculty	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Lakrabang (KMITL)	
Academic Year	2018	
Advisor	Asst. Prof. Dr. Somsri Banditvilai	

Abstact

The purpose of this special problem is to find the appropriate forecasting models to forecast the number of passengers traveling in and out by domestic and international flights at Suvarnabhumi Airport. This time series data are collected by the Airports of Thailand Public Company Limited, Government-owned Company, The Ministry of Transport. The monthly secondary data from January, 2010 to December, 2018 of 108 months are used and divided into 2 sets. The first set has 96 months from January, 2010 to December, 2017 is used to constructing and selection the forecasting models. The second set has 12 months from January to December, 2018 is used to for comparing performance of the forecasting models. The forecasting methods are composed of Decomposition Method, Smoothing Method and Box and Jenkins Method, then using Mean Square Error (MSE) to choose the appropriate forecasting models.

The comparison of three forecasting methods is found that Box and Jenkins method is the most appropriate forecasting method for forecasting the number of passengers traveling in and out by domestic flights. The models for the number of passengers traveling in and out by domestic flights are $ARIMA(0,1,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and $ARIMA(0,1,0) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$ respectively. The most appropriate forecasting method for forecasting the number of passengers traveling in by International flights is Multiplicative Holt and Winters Exponential Smoothing Method, and the most appropriate forecasting method for forecasting the number of passengers traveling out by International flights is Additive Holt and Winters Exponential Smoothing Method.

Keywords: Forecasting, Decomposition Method, Smoothing Method, Box and Jenkins Method, Suvarnabhumi Airport, the Number of Passengers.



กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องมาจากคณะผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์และความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ผศ. ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น และแนวทางต่างๆอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำปัญหาพิเศษ รวมถึงการตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เอื้อเฟื้อหนังสืออ้างอิง ในการค้นคว้าข้อมูล และติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินงาน อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูง ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ชูใจ คูหารัตนไชย และ ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ คณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และแนวคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์รวมถึงตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพิ่มเติม ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ และให้คำแนะนำต่างๆ รวมถึงเจ้าหน้าที่สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือประสานงาน และอำนวยความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ บริษัทท่าอากาศยานไทย รัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงคมนาคม ที่อนุเคราะห์ให้ข้อมูลในการทำปัญหาพิเศษนี้อย่างครบถ้วนและขอบคุณพี่ๆ ที่บริษัท ท่าอากาศยานไทยที่ให้การดูแลอย่างดีขณะฝึกงาน

ขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาสถิติประยุกต์สำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือที่มีให้มาโดยตลอด สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้ความห่วงใย ช่วยเป็นกำลังใจ ส่งเสริม และสนับสนุนในทุกๆ ด้าน ตลอดจนเป็นแรงจูงใจที่สำคัญ จนทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ตามที่ตั้งใจ และผู้เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ทุกท่าน จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นภัสสร	เพชรเทวาน
พงศ์ภรณ์	เหล็กดำ
มัณฑนา	มีความดี
วันสนันท์	หงษ์นาถ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
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 การทดสอบการแจกแจงปกติ.....	4
2.1.1 การทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling.....	4
2.2 การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล	5
2.2.1 การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์	5
2.2.2 การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์	6
2.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา.....	7
2.3.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method).....	7
2.3.1.1 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	8
2.3.1.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	9
2.3.2 วิธีปรับให้เรียบ (Smoothing Method).....	10
2.3.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)	12
2.3.3.1 การแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นอนุกรมเวลาที่เสถียร.....	12
2.3.3.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	13

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 การวัดความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์	19
2.4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MEAN Square Error : MSE).....	20
2.4.2 ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error : MAPE).....	20
2.4.3 เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาไคเคะ (Akaike's Information Criterion : AIC).....	21
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	24
3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล	24
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	24
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์.....	26
4.1 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศ	27
4.1.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method).....	29
4.1.1.1 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	29
4.1.1.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	30
4.1.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method)	32
4.1.2.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก	32
4.1.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ.....	34
4.1.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)	35
4.2 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ	41
4.2.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method).....	43
4.2.1.1 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	43
4.2.1.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบคูณ	44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method).....	46
4.2.2.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก	46
4.2.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ	47
4.2.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)	48
4.3 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ.....	56
4.3.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method).....	58
4.3.1.1 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	58
4.3.1.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	59
4.3.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method).....	61
4.3.2.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก	61
4.3.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ	63
4.3.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)	64
4.4 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ.....	70
4.4.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method).....	72
4.4.1.1 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	72
4.4.1.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบคูณ	73
4.4.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method)	75
4.4.2.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก	75
4.4.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ	77
4.4.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)	78
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	83
5.1 สรุปผลการวิจัย	83
5.1.1 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศ	83
5.1.2 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ	84
5.1.3 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ	85
5.1.4 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ.....	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 สรุปผล.....	88
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	89
บรรณานุกรม.....	90
ภาคผนวก.....	92
ภาคผนวก 1.....	93
ภาคผนวก 2.....	94
ภาคผนวก 3.....	95
ภาคผนวก 4.....	96



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 หลักเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบ ARMA	17
2.2 หลักเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบ SARMA(P,Q) _L	18
4.1 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_i(t)$, $\hat{\beta}_i(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้า ภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ t= 85, 86, ..., 96 โดยกำหนดให้ค่า $\alpha = 0.9547$, $\gamma = 0.005$ และ $\delta = 1$	32
4.2 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_i(t)$, $\hat{\beta}_i(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้า ภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์ และวินเทอร์ รูปแบบคูณตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ t= 85, 86, ..., 96 โดยกำหนดให้ค่า $\alpha = 0.9245$, $\gamma = 0.005$ และ $\delta = 1$	34
4.3 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,1,0) × SARIMA(0,1,1) ₁₂ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	38
4.4 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(0,1,0) × SARIMA(0,1,1) ₁₂ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	38
4.5 การทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อนของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทาง ขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	39
4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขา เข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	40
4.7 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_i(t)$, $\hat{\beta}_i(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทาง ขาออกภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ t= 85, 86, ..., 96 โดยกำหนดให้ค่า $\alpha = 1$, $\gamma = 0.0063$ และ $\delta = 0.0075$	46
4.8 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_i(t)$, $\hat{\beta}_i(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทาง ขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ t= 85, 86, ..., 96 โดยกำหนดให้ค่า $\alpha = 0.7821$, $\gamma = 0.0162$ และ $\delta = 0.0301$	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.9 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ร่วมกับค่าคงที่ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	51
4.10 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	51
4.11 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	52
4.12 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	52
4.13 การทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อนของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทาง ออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	53
4.14 แสดงผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทาง ขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	55
4.15 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_i(t)$, $\hat{\beta}_i(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้า ระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์ และวินเทอร์ รูปแบบบวก ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t=85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha=0.7468$, $\gamma=0$ และ $\delta=1$	61
4.16 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_i(t)$, $\hat{\beta}_i(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้า ระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t=85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha=0.7955$, $\gamma=0$ และ $\delta=1$	63
4.17 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	67
4.18 การทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อนของจำนวนผู้โดยสาร ที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	68
4.19 แสดงผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสาร ที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.20 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$, $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบวง ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t= 85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha = 0.7295$, $\gamma = 0$ และ $\delta = 1$	75
4.21 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$, $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t= 85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha = 0.7923$, $\gamma = 0$ และ $\delta = 1$	77
4.22 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,2) \times SARIMA(1,0,0)_{12}$ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	80
4.23 การทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อนของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	81
4.24 แสดงผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	82
5.1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(MSE) ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี.....	88

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	27
4.2 การทดสอบการแจกแจงปกติของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยใช้การทดสอบ Anderson-Darling.....	28
4.3 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก	30
4.4 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ.....	31
4.5 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง.....	35
4.6 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง	36
4.7 คอเรลโรแกรม ACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	37
4.8 คอเรลโรแกรม PACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	37
4.9 ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	41
4.10 การทดสอบการแจกแจงปกติของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยใช้การทดสอบ Anderson-Darling	42
4.11 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก.....	44
4.12 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ	45

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.13 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	48
4.14 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง.....	49
4.15 คอเรลโรแกรม ACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยาน สุวรรณภูมิ.....	50
4.16 คอเรลโรแกรม PACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยาน สุวรรณภูมิ.....	50
4.17 ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยาน สุวรรณภูมิ.....	56
4.18 การทดสอบการแจกแจงปกติของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้า ระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยใช้การทดสอบ Anderson-Darling.....	57
4.19 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก.....	59
4.20 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ.....	60
4.21 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	64
4.22 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง.....	65
4.23 คอเรลโรแกรม ACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยาน สุวรรณภูมิ.....	66
4.24 คอเรลโรแกรม PACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	66

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.25 ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	70
4.26 การทดสอบการแจกแจงปกติของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยใช้การทดสอบ Anderson-Darling.....	71
4.27 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก.....	73
4.28 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ.....	74
4.29 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง.....	78
4.30 คอเรลโรแกรม ACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	79
4.31 คอเรลโรแกรม PACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	79
5.1 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศ และค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งมีค่า MAPE = 3.4248%.....	84
5.2 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ และค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งมีค่า MAPE = 5.0219%.....	85
5.3 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ และค่าพยากรณ์ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ซึ่งมีค่า MAPE = 2.7425%.....	86
5.4 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ และค่าพยากรณ์ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก ซึ่งมีค่า MAPE = 2.2883%.....	87

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ เริ่มเปิดให้บริการเชิงพาณิชย์เต็มรูปแบบอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 28 กันยายน พ.ศ.2549 รัฐบาลกำหนดให้ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเป็นท่าอากาศยานหลักของประเทศไทยแทนท่าอากาศยานดอนเมือง รองรับเส้นทางการบินจากทุกมุมโลก และถือได้ว่าเป็นประตูสู่ประเทศไทย และประเทศในแถบเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Gateway to the Golden Land) ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงในการพัฒนาเศรษฐกิจของภูมิภาค ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิมีหอควบคุมที่สูงเป็นอันดับ 1 ของโลก (132.2 เมตร) และมีอาคารผู้โดยสารเดี่ยวที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 ของโลก (563,000 ตารางเมตร) โดยในเบื้องต้นจะมีศักยภาพในการรองรับผู้โดยสารได้ 45 ล้านคนต่อปี พร้อมทั้งยกระดับคุณภาพ และการบริการของท่าอากาศยานที่มีผู้โดยสารสูงติดอันดับ 1 ใน 10 ของโลก เพื่อนำไปสู่การจัดอันดับท่าอากาศยานและคุณภาพการให้บริการในระดับสากล เพื่อให้ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิสามารถแข่งขันกับท่าอากาศยานอื่นๆ ในระดับสากลได้ [1]

ภารกิจหลักในการให้บริการของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ สามารถแบ่งเป็น 3 ด้าน คือการให้บริการอากาศยาน การให้บริการผู้โดยสาร และการให้บริการการขนส่งสินค้าทางอากาศ ดังนั้นการจัดสิ่งอำนวยความสะดวก และการอำนวยความสะดวกให้กับผู้มาใช้บริการในสนามบินอย่างเพียงพอ จึงเป็นเรื่องที่สำคัญ จำเป็นต้องพัฒนาและปรับปรุงศักยภาพในการรองรับปริมาณผู้โดยสาร เพื่อให้มีการบริการที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพื่อรองรับการเติบโตของตลาดด้านการบินในปัจจุบัน [2] รัฐบาลตั้งเป้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิให้เป็นศูนย์กลางการบินในทวีปเอเชียเน้นการพัฒนาคุณภาพ และการให้บริการ ปัจจุบันเป็นหนึ่งในท่าอากาศยานที่มีผู้โดยสารมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก โดยในปี พ.ศ. 2559 มีผู้โดยสารมากเป็นอันดับที่ 20 ของโลก[3] เคยติดอันดับที่ 10 สนามบินที่ดีที่สุดในโลกเมื่อปี พ.ศ.2553และต่อมาในปี พ.ศ. 2558ก็เคยติดอันดับ 5 ในประเภทสนามบินที่มีผู้โดยสารขนาด 40-50 ล้านคนต่อปี อย่างไรก็ตาม นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553- 2558 ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีอันดับเฉลี่ยที่ 32.3 บริษัทสกายแทร็กซ์ ระบุว่า การจัดอันดับของ World Airport Awards เป็นไปตามผลสำรวจความเห็น ประเมินให้คะแนนประสบการณ์ตั้งแต่การให้บริการ การเช็คอิน ไปจนถึงการเปลี่ยนเครื่อง การซื้อตั๋ว และ ระบบตรวจคนเข้าเมืองของแต่ละสนามบิน [4] เนื่องจากจำนวนผู้โดยสารเติบโตอย่างก้าวกระโดด แต่การบริหารจัดการผู้โดยสารยังแออัด และไม่สามารถขยายศักยภาพสนามบินให้เพียงพอ จำนวนผู้โดยสารมีความคับคั่งมาก อยู่ที่ 61 ล้านคนต่อปี เกินขีดความสามารถที่ 45 ล้านคนต่อปีไปแล้ว [5] ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิประสบปัญหาหลายด้าน เช่น ความแออัด

จุดตรวจคนเข้าเมือง ทั้งขาเข้าและขาออก จำนวนห้องน้ำภายในสนามบิน จำนวนที่นั่ง จำนวนที่จอดรถ จนกระทบต่อภาพลักษณ์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงต้องเร่งทบทวนยุทธศาสตร์สนามบิน และขยายการก่อสร้าง เพื่อรองรับผู้โดยสารที่จะเพิ่มขึ้น [6] ทำให้ต้องเร่งก่อสร้างเฟส 2 ให้แล้วเสร็จ และเดินหน้าเฟส 3 ควบคู่กันไป ซึ่งเฟส 3 จะมีอาคารผู้โดยสารหลังที่ 2 และรันเวย์ 3 เงินลงทุนกว่า 6 หมื่นล้าน จะเปิดประมูลและก่อสร้างปี 2562 แล้วเสร็จปี 2564 จะทำให้สุวรรณภูมิมีศักยภาพรองรับผู้โดยสารได้ 90 ล้านคนต่อปี [7]

จากข้อมูลดังกล่าวมาทำอากาศยานสุวรรณภูมิ เป็นสนามบินที่มีจำนวนผู้โดยสารมากที่สุดเป็นอันดับต้นๆของโลก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนพัฒนาคุณภาพการให้บริการ และวางแผนการบริหาร การจัดการสนามบินในส่วนของอาคารผู้โดยสารหลังที่ 2ที่กำลังจะสร้างเสร็จในอนาคต เพื่อเพิ่มระดับความพึงพอใจให้กับผู้โดยสารที่มาใช้บริการ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
2. เพื่อใช้ตัวแบบที่ได้ในการพยากรณ์ จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ข้อมูลที่น่ามาใช้ในการศึกษาคั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้ข้อมูลแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 108 เดือน โดยนำข้อมูลมาจากบริษัทท่าอากาศยานไทย จำกัด(มหาชน) ซึ่งเป็นรัฐวิสาหกิจ ในสังกัดของกระทรวงคมนาคม ข้อมูลประกอบไปด้วย

1. จำนวนผู้โดยสารขาเข้าภายในประเทศ
2. จำนวนผู้โดยสารขาออกภายในประเทศ
3. จำนวนผู้โดยสารขาเข้าระหว่างประเทศ
4. จำนวนผู้โดยสารขาออกระหว่างประเทศ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
2. เพื่อนำตัวแบบที่เหมาะสมไปใช้พยากรณ์ จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
3. เพื่อเป็นแนวทางในการนำเทคนิคในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาไปใช้ในการพยากรณ์ด้านอื่นๆ ต่อไป



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัญหาพิเศษเรื่อง “ การพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทาง เข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ” คณะผู้ศึกษาได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการพยากรณ์เพื่อนำความรู้มาใช้เป็นแนวทางในการศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

1. การทดสอบการแจกแจงปกติ
2. การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลา
4. การวัดความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทดสอบการแจกแจงปกติ

2.1.1 การทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling [8]

การทดสอบ *Anderson-Darling* เป็นการทดสอบว่าข้อมูลตัวอย่างมีการแจกแจงปกติหรือไม่ การทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนด H_0 และ H_1

H_0 : อนุกรมเวลามีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติ

2. ตัวสถิติทดสอบ

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

ซึ่ง $F_x(x_i)$ คือ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม (*Cumulative probability function*)

x_i คือ ข้อมูลลำดับที่ i เมื่อข้อมูลเรียงลำดับจากน้อยไปหามากแล้ว

n คือ ขนาดตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังจากการคำนวณค่าสถิติทดสอบ AD แล้ว จะทำการปรับค่าตัวสถิติทดสอบเป็น AD^* สูตรในการปรับค่าตัวสถิติจะขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่าง n โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

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

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

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

เมื่อ c_α คือ ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบการแจกแจงปกติ

a_α, b_0, b_1 คือ ค่าเปิดจากตารางค่าวิกฤติการทดสอบของ Anderson-Darling ที่ระดับนัยสำคัญ α

บริเวณวิกฤต คือ $AD^* \geq c_\alpha$

2.2 การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล

การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลมีทั้งแบบที่ใช้พารามิเตอร์ และ แบบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ ก่อนที่จะเลือกแบบทดสอบผู้ใช้นำอนุกรมเวลาไปทำการทดสอบว่ามี การแจกแจงปกติหรือไม่ หากมีการแจกแจงปกติจะเลือกใช้แบบทดสอบที่ใช้พารามิเตอร์ และ หากอนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติจะเลือกใช้แบบทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์

2.2.1 การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์จะ ใช้การทดสอบ Kruskal และ Wallis ซึ่งเป็นการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ที่ใช้เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม จะประยุกต์การทดสอบนี้กับการทดสอบว่าอนุกรมเวลาที่กำจัดแนวโน้มแล้วมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องหรือไม่ การทดสอบเริ่มจากการจัดลำดับของค่าสังเกตที่จำกัดแนวโน้มแทนค่าสังเกตในการพิจารณา การทดสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนด H_0 และ H_1

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือ $S_1 = S_2 = \dots = S_L = 0$

H_1 : อนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือ $S_i \neq 0$ สำหรับบางฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัวสถิติ
$$H = \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum_{i=1}^L \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1)$$

เมื่อ n_i = จำนวนค่าสังเกตในฤดูกาลที่ i

$$n = \sum_{i=1}^L n_i$$

Y_i' = ค่าสังเกตที่ปรับแนวโน้มแล้ว ณ เวลาที่ t

R_i = ผลรวมของฤดูกาลที่ i ลำดับของ Y_i'

L = จำนวนฤดูกาลต่อปี

ตัวสถิติ H มีการแจกแจงประมาณแบบไคสแควร์ที่ขึ้นแ่งความเป็นอิสระเท่ากับ $L-1$

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

บริเวณวิกฤต คือ $H \geq \chi_{\alpha, L-1}^2$

ซึ่ง $\chi_{\alpha, L-1}^2$ เป็นค่าวิกฤตที่ได้จากตารางไคสแควร์

2.2.2 การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์

การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์จะใช้การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง ซึ่งเป็นการทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองในช่วง L เมื่อ L เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี นั่นคือพิจารณาว่าค่าสังเกตห่างกัน L ช่วงเวลามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ กรณีที่มีสหสัมพันธ์กันเชิงบวกแสดงว่าอนุกรมเวลานั้นมี อิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง การทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนด H_0 และ H_1

$$H_0 : \rho_L = 0$$

$$H_1 : \rho_L > 0$$

2. ตัวสถิติ
$$r_L = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+L} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

3. เกณฑ์ในการตัดสินใจ

$$\text{บริเวณวิกฤต คือ } r_L \geq \frac{Z_\alpha}{\sqrt{n}}$$

ซึ่ง Z_α เป็นค่าวิกฤตที่ได้จากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญ α กรณีปฏิเสธ H_0 แสดงว่าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล

2.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลา 3 วิธี คือ

1. วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

โดยปัญหาพิเศษนี้จะใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ทั้งรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ ซึ่งเหมาะสมกับข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล

2. วิธีปรับให้เรียบ (Smoothing Method)

วิธีปรับให้เรียบเอ็กโพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-winter Exponential Smoothing Method) ซึ่งเหมาะสมกับข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล

3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method) ซึ่งใช้กับข้อมูลได้ทุกรูปแบบ

2.3.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

วิธีนี้จะทำการแยกอนุกรมเวลาออกเป็นส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งส่วนประกอบของอนุกรมเวลา ได้แก่ แนวโน้ม (Trend) อิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Effect) อิทธิพลของวัฏจักร (Cyclical Effect) และเหตุการณ์ที่ผิดปกติ (Irregular Effect) โดยมีการรวมกันของส่วนประกอบต่างๆ ของอนุกรมเวลา 2 รูปแบบ [9] คือ

1. รูปแบบบวก (Additive Model) รูปแบบนี้เหมาะสำหรับอนุกรมเวลาที่มีการผันแปรของฤดูกาลไม่แปรผันตามระดับค่าเฉลี่ยหรือแนวโน้ม มีรูปแบบดังนี้

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t$$

2. รูปแบบคูณ (Multiplicative Model) รูปแบบนี้เหมาะสำหรับอนุกรมเวลาที่มีการผันแปรของฤดูกาลแปรผันตามระดับค่าเฉลี่ยหรือแนวโน้ม มีรูปแบบดังนี้

$$Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

T_t คือ ค่าแนวโน้ม ณ เวลา t

S_t คือ ค่าอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา t

C_t คือ ค่าอิทธิพลของวัฏจักร ณ เวลา t

I_t คือ ค่าเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ณ เวลา t

ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา [10] มีดังนี้

1. แนวโน้ม หมายถึง การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาว ซึ่งอาจจะเป็นแนวโน้มขึ้นหรือลง (Upward หรือ Downward trend) ซึ่งแนวโน้มมีหลายลักษณะ เช่น แนวโน้มเส้นตรง (Linear Trend) แนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend) แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Trend) และแนวโน้มตัว S (S-shaped Trend) เป็นต้น

2. อิทธิพลของฤดูกาล การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่มีผลเนื่องมาจากฤดูกาล การเคลื่อนไหวจะเกิดขึ้นซ้ำกันทุกๆ ปี

3. อิทธิพลของวัฏจักร อนุกรมเวลาที่เก็บรวบรวมในระยะยาวหลายปี การเคลื่อนไหวอาจแสดงอิทธิพลของวัฏจักรที่มีลักษณะทำนองเดียวกันกับอิทธิพลของฤดูกาล โดยวัฏจักรหนึ่งนั้นจะครอบคลุมระยะหลายปี แต่ละช่วงจะมีการเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกันมาก

4. เหตุการณ์ที่ผิดปกติ เป็นการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเฉพาะส่วนที่ไม่มีแบบแผนที่แน่นอน เหตุการณ์ที่ผิดปกตินี้ส่วนใหญ่จะเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อนหรือไม่เกิดบ่อยครั้ง เช่น น้ำท่วม แผ่นดินไหว พายุ เป็นต้น

ในปัญหาพิเศษนี้ อนุกรมเวลาที่นำมาศึกษามีเพียงกรณีเดียว คือ อนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งจะใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ทั้งในกรณีรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

2.3.1.1 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

เมื่อรูปแบบเป็นแบบบวกและแนวโน้มเป็นเส้นตรง กำหนดรูปแบบเป็น

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + S_t + \varepsilon_t$$

การสร้างสมการพยากรณ์จะได้รับการสร้างสมการแนวโน้มและค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

1. ปรับอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ด้วยค่าแนวโน้มที่วัดโดยการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ กรณีที่เป็นอนุกรมเวลารายเดือนจะทำเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ centered 12 month จากอนุกรมเวลาใหม่ที่ได้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ $\{MA_t\}$ จะนำไปปรับแนวโน้มออก ซึ่งการปรับจะทำได้โดยการหัก $\{MA_t\}$ ออกจาก Y_t จะได้อนุกรมเวลาใหม่ $\{Y_t - MA_t\}$ หรือ $\{\hat{S}_t + \varepsilon_t\}$ ซึ่งอนุกรมเวลาดังกล่าวมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากฤดูกาลและเหตุการณ์ผิดปกติ

2. หาค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลจากการหาค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 แยกตามฤดูกาล ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล $\{\hat{S}_t\}$ มักจะมีผลรวมไม่เป็น 0 การปรับให้ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลมีผลรวมเป็น 0 จะทำได้โดยการนำค่าเฉลี่ยของค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลเดิมมาลบออก นั่นคือ $\hat{S}_t^* = \hat{S}_t - \bar{S}$ ที่มี $\sum_{i=1}^L \hat{S}_i^* = 0$

3. หาอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลโดยนำค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในข้อ 2 ไปหักออกจากค่าสังเกตของอนุกรมเวลาเดิม นำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จะได้สมการแนวโน้มเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1 t$ และจะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = b_0 + b_1 t + \hat{S}_t^*$

2.3.1.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

เมื่อรูปแบบเป็นแบบคูณและแนวโน้มเป็นเอ็กโพเนนเชียล กำหนดรูปแบบเป็น

$$Y_t = \beta_0 \beta_1^t S_t \varepsilon_t$$

สมการพยากรณ์ที่สร้างขึ้นจะได้รับการสร้างสมการแนวโน้มและหาค่าดัชนีฤดูกาล ซึ่งจะทำตามขั้นตอนดังนี้ [14]

1. ปรับอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ด้วยค่าแนวโน้มที่วัดโดยการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ กรณีนี้เป็นอนุกรมเวลารายเดือนจะทำเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ centered 12 month จากอนุกรมเวลาใหม่ที่ได้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ $\{MA_t\}$ จะนำไปปรับแนวโน้มออก ซึ่งการปรับจะได้จากการนำ $\{MA_t\}$ ไปหาร $\{Y_t\}$ จะได้อนุกรมเวลาใหม่ $\left\{\frac{Y_t}{MA_t}\right\}$ ซึ่งอนุกรมเวลาที่ได้ใหม่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากฤดูกาลและเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

2. หาค่าดัชนีฤดูกาลโดยการหาค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา $\{\hat{S}_t \varepsilon_t\}$ ที่ได้ในข้อ 1 ดัชนีฤดูกาลที่ได้ \hat{S}_t มักจะมีผลรวมไม่เท่ากับ L การปรับให้ดัชนีฤดูกาลมีผลรวมเป็น L จะทำได้โดยการนำค่าเฉลี่ยของ

ดัชนีฤดูกาลเดิมมาหาร คือ $\hat{S}_t^* = \frac{\hat{S}_t}{\bar{S}}$ ที่มี $\sum_{i=1}^L \hat{S}_i^* = L$

3. หอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล โดยนำดัชนีในข้อ 2 ไปหารค่าสังเกตของอนุกรมเวลาเดิมในฤดูกาลที่สัมพันธ์กัน นำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล จะได้สมการแนวโน้มเป็น $\hat{Y}_t = b_0 b_1^t$ จะได้สมการพยากรณ์เป็น

$$\hat{Y}_t = (b_0 b_1^t) \times S_t^*$$

2.3.2 วิธีปรับให้เรียบ (Smoothing Method)

วิธีปรับให้เรียบมีหลายวิธี การเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของอนุกรมเวลา ซึ่งอนุกรมเวลาที่นำมาศึกษานี้เป็นอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮสต์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method) ซึ่งวิธีนี้มีค่าปรับน้ำหนัก 3 ค่า คือ α เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม γ เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน และ δ เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งรูปแบบการรวมกันของแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบบวก ใช้กับข้อมูลที่มีแนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล โดยอิทธิพลของฤดูกาลมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอัตราคงที่ มีรูปแบบสมการดังนี้ [10]

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) + S_t + \varepsilon_t$$

เมื่อ Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

$T_t(t)$ คือ ค่าแนวโน้ม ณ เวลา $t = \beta_0 + \beta_1 t$

$S_t(t)$ คือ ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา t

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยความคลาดเคลื่อน ได้แก่

$$\hat{T}_t(t) = \hat{T}_t(t-1) + \alpha e_t$$

$$\hat{\beta}_1(t) = \hat{\beta}_1(t-1) + \alpha \gamma e_t$$

$$\hat{S}_i(t) = \begin{cases} \hat{S}_i(t-1) + \delta(1-\alpha)e_t, & \text{ถ้า } t \text{ อยู่ในฤดูที่ } i \\ \hat{S}_i(t-1) & \text{ถ้า } t \text{ ไม่อยู่ในฤดูที่ } i \end{cases}$$

โดยที่ $\hat{T}_i(t)$ คือ ค่าประมาณแนวโน้ม ณ เวลา t

$\hat{\beta}_1(t)$ คือ ค่าประมาณความชัน ณ เวลา t

$\hat{S}_i(t)$ คือ ค่าประมาณของฤดูกาลที่ i ณ เวลา t

สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+p}(t) = \hat{T}_{t+p}(t) + \hat{S}_{t+p}(t) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

เมื่อ $\hat{T}_{t+p}(t) = \hat{T}_t(t) + p\hat{\beta}_1(t)$

2. รูปแบบคูณ ใช้กับข้อมูลที่มีแนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล โดยอิทธิพลของฤดูกาลจะมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นสัดส่วนกับค่าแนวโน้ม มีรูปแบบสมการดังนี้

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) \times S_t \times \varepsilon_t$$

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยความคลาดเคลื่อน ได้แก่

$$\hat{T}_t(t) = \hat{T}_t(t-1) + \frac{\alpha e_t}{\hat{S}_t(t-1)}$$

$$\hat{\beta}_1(t) = \hat{\beta}_1(t-1) + \frac{\alpha \gamma e_t}{\hat{S}_t(t-1)}$$

$$\hat{S}_t(t) = \begin{cases} \hat{S}_t(t-1) + \frac{\delta(1-\alpha)e_t}{\hat{T}_t(t)} & \text{ถ้า } t \text{ อยู่ในฤดูที่ } i \\ \hat{S}_t(t-1) & \text{ถ้า } t \text{ ไม่อยู่ในฤดูที่ } i \end{cases}$$

สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+p}(t) = \hat{T}_{t+p}(t) \times \hat{S}_{t+p}(t) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

เมื่อ $\hat{T}_{t+p}(t) = \hat{T}_t(t) + p\hat{\beta}_1(t)$

2.3.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method) จะเลือกตัวแบบจากการพิจารณาลักษณะของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย (Partial Autocorrelation) ของอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารี โดยบ็อกซ์และเจนกินส์สร้างตัวแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Model) ตัวแบบการถดถอยในตนเอง (Autoregressive Model) และตัวแบบผสมการถดถอยในตนเองกับเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Mixed Autoregressive and Moving Average Model) [10]

2.3.3.1 การแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารี

อนุกรมเวลาที่สเตรชันนารีมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ถ้าขาดคุณสมบัติดังกล่าวจะต้องแปลงอนุกรมเวลาดังกล่าวให้เป็นสเตรชันนารีก่อน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กรณี คือ [10]

1. ถ้าอนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไปตามเวลาโดยที่ความแปรปรวนคงที่ และอนุกรมเวลานี้ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล สามารถแปลงอนุกรมเวลานี้ให้เป็นอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารี โดยการหาผลต่างดังนี้

ผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First difference) แทนด้วย ∇Y_t และ $\nabla Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ สำหรับ $t = 1, 2, 3, \dots, n$

ผลต่างครั้งที่สอง (Second difference) แทนด้วย $\nabla^2 Y_t$ และ

$$\begin{aligned}\nabla^2 Y_t &= \nabla(\nabla Y_t) \\ &= (Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2}) \text{ สำหรับ } t = 3, 4, \dots, n\end{aligned}$$

$\nabla^d Y_t$ แทนผลต่างครั้งที่ d ได้จากการหาผลต่างเป็นลำดับจากผลต่างครั้งก่อนๆ

2. ถ้าอนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไปตามเวลาโดยที่ความแปรปรวนคงที่ และอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาลด้วย การหาผลต่างฤดูกาล คือการหาผลต่างของค่าอนุกรมเวลาที่อยู่ห่างกันเท่ากับจำนวนฤดูกาล L และแทนด้วย $\nabla_L Y_t$

ผลต่างฤดูกาลครั้งที่หนึ่ง คือ $\nabla_L Y_t = Y_t - Y_{t-L}$

และผลต่างฤดูกาลครั้งที่ D แทนด้วย $\nabla_L^D Y_t$

ผลต่างครั้งที่ d เมื่อหาร่วมกันกับผลต่างฤดูกาลครั้งที่ D แทนด้วยสัญลักษณ์ $\nabla^d \nabla_L^D Y_t$

เมื่อ D แทน จำนวนครั้งที่หาค่าผลต่างฤดูกาล

d แทน จำนวนครั้งของการหาผลต่าง

L แทน จำนวนของฤดูกาลต่อปี

ผลต่างครั้งที่ d เท่ากับ $(1 - B)^d Y_t$,

ผลต่างฤดูกาลครั้งที่ D เท่ากับ $(1 - B^L)^D Y_t$,

3. กรณีความแปรปรวนเปลี่ยนไปตามเวลา การเปลี่ยนแปลงกระบวนการที่ความแปรปรวนไม่คงที่แปลงได้หลายวิธี ขึ้นกับลักษณะของความแปรปรวน ถ้าความแปรปรวนเป็นสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา โดยที่ค่าเฉลี่ยอนุกรมเวลาเพิ่มขึ้น หรือลดลงอย่างคงที่ ก็ควรที่จะแปลงด้วยวิธีลอการิทึม ($\ln Y_t$) วิธีอื่นๆ ที่จะเปลี่ยนให้ค่าความแปรปรวนคงที่ เช่น แปลงด้วยรากที่สอง แปลงด้วยการกลับเศษเป็นส่วน แปลงด้วยรากที่สี่ เป็นต้น

ในอนุกรมเวลาชุดหนึ่งๆ อาจมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนไม่คงที่ทั้งสองอย่าง ควรแปลงให้ค่าความแปรปรวนคงที่ก่อนจึงจะแปลงค่าเฉลี่ยให้คงที่

2.3.3.2 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การหาตัวแบบ (Identification)

ตัวแบบสำหรับการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ แบ่งเป็น

1. อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

2. อนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล

1. อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

1.1 กระบวนการถดถอยในตนเองแบบไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลอันดับ p

(Nonseasonal Autoregressive Process of Order p : AR(p))

เป็นกระบวนการที่ค่าปัจจุบัน Y_t แทนด้วยฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าในอดีตกับค่าความคลาดเคลื่อน ε_t ; โดยที่อนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ เป็นอนุกรมเวลาที่เสถียร เมื่อกำหนดให้ $Z_t = Y_t - \mu$ จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การถดถอยในตนเองอันดับ p [10] คือ

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตนเองแบบไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล (Nonseasonal Autoregressive Parameter)

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

Z_t คือ อนุกรมเวลาที่แปลงให้เป็นสเตชันนารีแล้ว

1.2 กระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลอันดับ q

(Nonseasonal Moving Average Process of Order q : MA(q))

แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลปัจจุบัน กับค่าความคลาดเคลื่อนของอนุกรมเวลาในอดีตที่ห่างกัน q หน่วยเวลา เมื่อกำหนดให้ $Z_t = Y_t - \mu$ จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ q คือ [10]

$$Z_t = -\theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

เมื่อ $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล (Nonseasonal Moving Average Parameter)

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

Z_t คือ อนุกรมเวลาที่แปลงให้เป็นสเตชันนารีแล้ว

1.3 กระบวนการถดถอยในตนเองแบบไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลอันดับ p ผสมกับ กระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลอันดับ q (Nonseasonal Autoregressive Process of Order p and Nonseasonal Moving Average Process of Order q : ARMA(p, q))

เมื่อกำหนดให้ $Z_t = Y_t - \mu$ จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) ถดถอยในตนเองแบบไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลอันดับ p กับการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ q [10] คือ

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

เมื่อ $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ คือ พารามิเตอร์ของกระบวนการถดถอยในตนเองแบบไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล (Nonseasonal Autoregressive Parameter)

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยที่แบบไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล (Nonseasonal Moving Average Parameter)

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

Z_t คือ อนุกรมเวลาที่แปลงให้เป็นสเตชันนารีแล้ว

2. อนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล

2.1 กระบวนการถดถอยในตนเองแบบมีอิทธิพลของฤดูกาลอันดับ P (Seasonal Autoregressive Process of Order P : SAR(P))

เป็นกระบวนการอนุกรมเวลาที่ค่าปัจจุบัน Y_t แทนได้ด้วยฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าในอดีตกับค่าความคลาดเคลื่อน $\{\varepsilon_t\}$ โดยอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ เป็นอนุกรมเวลาที่เสถียรแล้ว เมื่อกำหนดให้ $Z_t = Y_t - \mu$ จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การถดถอยในตนเองอันดับ P [10] คือ

$$Z_t = \phi_{1L}Z_{t-L} + \phi_{2L}Z_{t-2L} + \dots + \phi_{PL}Z_{t-PL} + \varepsilon_t$$

เมื่อ $\phi_{1L}, \phi_{2L}, \dots, \phi_{PL}$ คือ พารามิเตอร์ของกระบวนการถดถอยในตนเองแบบมีอิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Autoregressive Parameter)

$$Z_t = \nabla_L^D Y_t$$

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

Z_t คือ อนุกรมเวลาที่แปลงให้เสถียรแล้ว

L คือ จำนวนของฤดูกาลต่อปี

2.2 กระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีอิทธิพลของฤดูกาลอันดับ Q (Seasonal Moving Average Process of Order Q : SMA (Q))

เมื่อกำหนดให้ $Z_t = Y_t - \mu$ จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ Q [10] คือ

$$Z_t = \theta_{1L}\varepsilon_{t-1L} - \dots - \theta_{QL}\varepsilon_{t-QL} + \varepsilon_t$$

เมื่อ $\theta_{1L}, \theta_{2L}, \dots, \theta_{QL}$ คือ พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีอิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Moving Average Parameter)

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

Z_t คือ อนุกรมเวลาที่แปลงให้เสถียรแล้ว

L คือ จำนวนของฤดูกาลต่อปี

2.3 กระบวนการถดถอยในตนเองแบบมีอิทธิพลของฤดูกาลอันดับ P ผสมกับ กระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีอิทธิพลของฤดูกาลอันดับ Q (Seasonal Autoregressive Process of Order P and Seasonal Moving Average Process Order Q :SARMA (P,Q))

เมื่อกำหนดให้ $Z_t = Y_t - \mu$ จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การถดถอยในตนเองแบบมีอิทธิพลของฤดูกาลอันดับ P กับกระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีอิทธิพลของฤดูกาลอันดับ Q [10] คือ

$$Z_t = \phi_{1L}Z_{t-1L} + \phi_{2L}Z_{t-2L} + \dots + \phi_{PL}Z_{t-PL} - \theta_{1L}\varepsilon_{t-1L} - \theta_{2L}\varepsilon_{t-2L} - \dots - \theta_{QL}\varepsilon_{t-QL} + \varepsilon_t$$

เมื่อ $\phi_{1L}, \phi_{2L}, \dots, \phi_{QL}$ คือ พารามิเตอร์ของกระบวนการถดถอยในตนเองแบบมีอิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Autoregressive Parameter)

$\theta_{1L}, \theta_{2L}, \dots, \theta_{QL}$ คือ พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีอิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Moving Averger Parameter)

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

Z_t คือ อนุกรมเวลาที่แปลงให้สแตชันนารีแล้ว

L คือ จำนวนของฤดูกาลต่อปี

ตัวแบบ ARMA เมื่อมีการหาผลต่าง d ครั้ง จะได้เป็นตัวแบบ ARIMA(p,d,q) และตัวแบบ SARMA เมื่อมีการหาผลต่าง D ครั้ง จะได้เป็นตัวแบบ SARIMA(P,D,Q)

ตัวแบบทั่วไป คือ ARIMA(p,d,q)×SARIMA(P,D,Q)_L [9]

$$\phi_p(B)\phi_p(B^L)Z_t = \theta_0 + \theta_q(B)\theta_q(B^L)\varepsilon_t$$

โดยที่ $\phi_p(B) = (1 - \phi_1B - \phi_2B^2 - \dots - \phi_pB^p)$

$$\phi_p(B^L) = (1 - \phi_{1L}B^L - \phi_{2L}B^{2L} - \dots - \phi_{pL}B^{pL})$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1B - \theta_2B^2 - \dots - \theta_qB^q)$$

$$\theta_q(B^L) = (1 - \theta_{1L}B^L - \theta_{2L}B^{2L} - \dots - \theta_{qL}B^{qL})$$

$$Z_t = (1 - B^L)^D (1 - B)^d Y_t$$

- เมื่อ $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตนเองแบบไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล
- $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล
- $\phi_{1L}, \phi_{2L}, \dots, \phi_{pL}$ คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตนเองแบบมีอิทธิพลของฤดูกาล
- $\theta_{1L}, \theta_{2L}, \dots, \theta_{qL}$ คือ พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีอิทธิพลของฤดูกาล
- p คือ อันดับของ AR (Autoregressive)
- q คือ อันดับของ MA (Moving Average)
- d คือ จำนวนครั้งของผลต่าง
- D คือ จำนวนครั้งของผลต่างฤดูกาล
- P คือ อันดับของ SAR (Seasonal Autoregressive)
- Q คือ อันดับของ SMA (Seasonal Moving Average)
- L คือ จำนวนของฤดูกาลต่อปี
- ε_t คือ ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ตาราง 2.1 หลักเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบ ARMA(p, q)

ตัวแบบ	ACF	PACF
AR(p)	ลดลงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล หรือคลื่นรูป sine	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ p
MA(q)	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ q	ลดลงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลหรือ คลื่นรูป sine
ARMA(p, q)	ลดลงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลหรือ คลื่นรูป sine หลัง lag q	ลดลงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลหรือ คลื่นรูป sine หลัง lag p

ตาราง 2.2 หลักเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบ SARMA(P, Q)_L

ตัวแบบ	ACF	PACF
SAR(P)	ลดลงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลหรือคลื่นรูป sine	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ PL
SMA(Q)	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ QL	ลดลงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลหรือคลื่นรูป sine
SARMA(P,Q)	ลดลงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลหรือคลื่นรูป sine หลัง lag QL	ลดลงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลหรือคลื่นรูป sine หลัง lag PL

เมื่อ ACF แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง

เมื่อ PACF แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองส่วนย่อย

ขั้นที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Estimation)

เมื่อได้รูปแบบจากขั้นที่ 1 แล้ว จากนั้นจะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ โดยใช้วิธีวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical Method)

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ (Diagnostic Checking)

วิธีการตรวจสอบส่วนใหญ่จะใช้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (e_t) ที่เป็นผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ มาเป็นหลักในการพิจารณาความเหมาะสมของรูปแบบจะทำได้ดังต่อไปนี้ [4]

3.1 พิจารณาว่าพารามิเตอร์ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่ และการถดถอยในตนเองในรูปแบบมีค่าเป็น 0 หรือไม่ ด้วยการทดสอบสมมติฐาน

$$H_0 : \theta = 0$$

$$H_1 : \theta \neq 0$$

ใช้ตัวสถิติทดสอบ $Z = \frac{\hat{\theta}}{S_{\hat{\theta}}}$ เมื่อ θ แทนพารามิเตอร์ในรูปแบบ

โดยปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อ $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$ แสดงว่า พารามิเตอร์ในรูปแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือตัวแบบที่กำหนดเหมาะสมแล้ว

3.2 การทดสอบของบ็อกและจุง (Box-Ljung) เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (e_t) ว่าเป็นอิสระกันหรือไม่ ด้วยการทดสอบสมมติฐาน

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

$$H_1 : \rho_k(e_t) \text{ บางค่าไม่เท่ากับ } 0 \text{ สำหรับ } k=1,2,\dots,m$$

โดยใช้สถิติทดสอบ

$$Q_m = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2(e_t)}{n-k} \text{ สำหรับ } k=1,2,\dots$$

เมื่อ n คือ จำนวนข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

m คือ Lag สูงสุดที่ต้องการทดสอบ

$r_k(e_t)$ คือ ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ห่าง k ช่วงเวลา

n_p คือ จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ

ตัวสถิติทดสอบ Q_m มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับ $m - n_p$ โดยปฏิเสธ H_0 เมื่อ $Q_m > \chi_\alpha^2(m - n_p)$ แสดงว่าตัวแบบที่กำหนดยังไม่เหมาะสม

ขั้นที่ 4 การพยากรณ์ (Forecasting)

เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้ว จะสามารถทำการพยากรณ์แบบจุด (Point Forecast) โดยการพยากรณ์จะใช้สมการพยากรณ์ที่สร้างจากรูปแบบการพยากรณ์ที่กำหนด และผ่านการตรวจสอบในขั้นตอนที่ผ่านมาแล้ว

2.4 การวัดความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์

ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่นำมาศึกษา เนื่องจากอนุกรมเวลาหนึ่งๆ สามารถทำการวิเคราะห์ได้หลายวิธี ดังนั้นจึงต้องกำหนดเกณฑ์ในการเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดกับอนุกรมเวลานั้นๆ

2.4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MEAN Square Error : MSE)

ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากค่าความคลาดเคลื่อน โดยค่า MSE จะวัดต่อความคลาดเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่ เพราะได้จากการนำค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละค่ามายกกำลังสอง สามารถหาค่า MSE ได้โดย [10]

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$

โดย $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

\hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

2.4.2 ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error : MAPE)

ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากค่าความคลาดเคลื่อน โดยค่าวัดความถูกต้องนี้ไม่มีหน่วย จึงเหมาะที่จะใช้กับการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุด เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกัน หรือเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์หลายวิธีเมื่อใช้ออนุกรมเวลาชุดเดียวกัน ซึ่งแสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์ จะหาค่า MAPE ได้โดย [10]

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100$$

โดย $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

\hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าพยากรณ์ และ ค่าจริงแตกต่างกันมากหรือน้อยเพียงใด โดยจะใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเลือกวิธีที่เหมาะสมและใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เป็นตัวบ่งถึงค่าพยากรณ์คลาดเคลื่อนจากค่าจริงในรูปของเปอร์เซ็นต์

โดยมีเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพและความแม่นยำของการพยากรณ์ ดังนี้

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินของค่าMAPE โดย Lewis [11]

MAPE (%)	ระดับความแม่นยำ
$MAPE \leq 10\%$	การพยากรณ์มีความแม่นยำในระดับดีมาก
$10\% < MAPE \leq 20\%$	การพยากรณ์มีความแม่นยำในระดับดี
$20\% < MAPE \leq 50\%$	การพยากรณ์มีความแม่นยำในระดับยอมรับได้
$MAPE > 20\%$	การพยากรณ์ไม่มีความแม่นยำ

ในกรณีที่วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์มีหลายตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ โดยข้อสนเทศของอาโคเค

2.4.3 เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาโคเค (Akaike's Information Criterion : AIC)

เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาโคเค (AIC) เป็นเกณฑ์ที่พิจารณาจากการประมาณความคลาดเคลื่อนรวมเข้ากับสารสนเทศ (information) ของค่าสังเกต และใช้แนวคิดค่าต่ำสุดของคูลแบ็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback-Leiber) เพื่อนำมาใช้ในการปรับค่าประมาณของการพยากรณ์ให้มีความแม่นยำมากขึ้น โดยตัวแบบที่ให้ AIC ต่ำสุด จะเป็นตัวแบบที่ดีที่สุด สามารถหาค่า AIC ได้โดย [9]

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1)$$

โดยที่ n คือ ขนาดตัวอย่าง

p คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณค่า

$\hat{\sigma}^2$ คือ $\frac{SSE}{n}$

$$SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐนันท์ มุขมา , บุญอ้อม โฉมที และ ประสิทธิ์ พัยคฆพงษ์ (2561) [12] การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวจีนที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย : ทำการวิจัยและเปรียบเทียบวิธีการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ 3 วิธีได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการวิเคราะห์การถดถอย และเทคนิคปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์โดยหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวจีนที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยรายปี รายเดือน รายไตรมาส สรุปได้ว่าตัวแบบที่ได้จากเทคนิคการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์มีความแม่นยำมากในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวจีนแบบรายปี และตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์สามารถพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวจีนรายเดือนและรายไตรมาสได้อย่างสมเหตุสมผล

ลักขณา เศรษฐะนันท์ ,สุณี ทวีสกุลวัชร,ยุพินกาญจนะศักดิ์ดาและบุญหญิง สมร่าง (2557) [13] การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยโดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการของวินเตอร์ : ใช้การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาที่ 1 ตั้งแต่เดือน มกราคม 2541 ถึงเดือนกันยายน 2555 ช่วงเวลาที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือนธันวาคม 2555 ช่วงเวลาที่ 3 ตั้งแต่เดือน มกราคม 2541 ถึง ธันวาคม 2555 จะพบว่าค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยจากวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำกว่าวิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์ในทุกช่วงเวลาแต่เมื่อตรวจสอบส่วนตกค้างพบว่าตัวแบบจากวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ไม่เหมาะสม ในขณะที่ตัวแบบ ARIMA จากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีความเหมาะสม ดังนั้นผู้สนใจศึกษาอาจพิจารณาวิธีพยากรณ์วิธีอื่นต่อไป

ชูเกียรติ ผุดพรมราช (2559) [14] การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนที่มาเยือนประเทศไทย : การศึกษาครั้งนี้เพื่อพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ที่มาเยือนประเทศไทยด้วยอนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ และ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยผลการศึกษาพบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ มีความเหมาะสมที่สุด โดยใช้ข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนที่มาเยือนประเทศไทย ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 และทำการพยากรณ์ล่วงหน้าไปอีก 12 เดือน โดยพิจารณาจากค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด และเมื่อนำไปพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนที่มาเยือนประเทศไทย ตั้งแต่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2558 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 พบว่าจำนวนนักท่องเที่ยวที่มาเยือนประเทศไทยมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ สหพันธรัฐมาเลเซีย รองลงมาคือ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และ สาธารณรัฐสิงคโปร์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิตินัย รุ่งจินดารัตน์ , นลินี พานสายตา (2559) [15] การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยโดยตัวแบบ SARIMA : การวิจัยครั้งนี้เพื่อพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้าประเทศไทย ณ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์เป็นข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2558 รวมทั้งสิ้น 66 เดือน ได้มาจากการรวบรวมของกรมการท่องเที่ยว นำมาทำการทดสอบแนวโน้มและฤดูกาลของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้าประเทศไทย ณ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิด้วยสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ และสร้างสมการในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวด้วยวิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยตัวแบบ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Models (SARIMA) ผลการศึกษา พบว่า จำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้าประเทศไทย ณ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิรับอิทธิพลจากทั้งแนวโน้มและฤดูกาลที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ คือ ตัวแบบ SARIMA (0,1,0)(0,1,1)₁₂ สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} - 0.499e_{t-12}$$

รุ่งนภา ทิมรอด , วีรยุทธ ลิ้มป์แสงศรี , แสงระวี โชติวาณิชอนันต์ , อติเรก ชาญชาติรัตน์ (2559) [16] การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวจากประเทศรัสเซีย เยอรมัน ฝรั่งเศส สวีเดน อิตาลี เนเธอร์แลนด์ สวิตเซอร์แลนด์ และสเปน ที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย : ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวจากประเทศรัสเซีย เยอรมัน ฝรั่งเศส สวีเดน อิตาลี เนเธอร์แลนด์ สวิตเซอร์แลนด์ และสเปน ที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย กรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 รวมทั้งสิ้น 132 เดือน โดยวิธีที่นำมาใช้ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเลือกวิธีที่เหมาะสม จากการเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวจากประเทศเยอรมัน และฝรั่งเศส คือ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวจากประเทศเนเธอร์แลนด์ สวิตเซอร์แลนด์ และสเปน คือ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ และวิธีที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์นักท่องเที่ยวจากประเทศรัสเซีย สวีเดน และอิตาลี คือ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยอนุกรมเวลาของจำนวนนักท่องเที่ยวจากประเทศรัสเซีย สวีเดน และอิตาลีมีรูปแบบเป็น ARIMA(2,1,2)×SARIMA(1,1,0)₁₂, ARIMA(1,0,1)×SARIMA(2,1,3)₁₂, และ ARIMA(1,1,1)×SARIMA(1,1,2)₁₂ ตามลำดับ

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ โดยเป็นข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลแบบรายเดือนจากบริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด(มหาชน) ซึ่งรวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 108 เดือน โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 รวมทั้งสิ้น 96 เดือน ใช้ในการหาตัวแบบการพยากรณ์ ส่วนที่ 2 ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 เป็นจำนวน 12 เดือนใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) กำหนดหัวข้อเรื่องที่น่าสนใจจะศึกษา
- 2) ทำการรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และ ระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากบริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)
- 3) ทำการวิเคราะห์โดยนำข้อมูลมาพล็อตกราฟ เพื่อดูองค์ประกอบเบื้องต้นของอนุกรมเวลา พบว่ามีแนวโน้มชัดเจน แต่อิทธิพลของฤดูกาลไม่ชัดเจน จึงนำข้อมูลไปทดสอบว่ามีการแจกแจงปรกติหรือไม่ เพื่อเลือกวิธีการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล ถ้ามีการแจกแจงปรกติจะใช้วิธีการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง ถ้าไม่มีการแจกแจงปรกติจะใช้วิธี Kruskal และ Wallis ในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล
- 4) เลือกวิธีที่เหมาะสมกับลักษณะของอนุกรมเวลามาทำการวิเคราะห์ คือ

4.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

เนื่องจากอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

4.2 เทคนิคการปรับให้เรียบ

เนื่องจากอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาลจึงเลือกใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

4.3 วิธีบ็อกซ์และเจ็นกินส์(Box and Jenkins Method)

5) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab และ Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผลทั้ง 3 วิธี โดยจะใช้ฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อช่วยคำนวณหาค่าปรับน้ำหนักทั้ง 3 ค่า คือ α , γ และ δ ที่ทำให้ค่า MSE มีค่าต่ำที่สุดของวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

6) เลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมโดยทำการหาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) โดยเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t)^2}{n}$$

7) นำตัวแบบที่เหมาะสมมาหาค่าพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้าเป็นเวลา 12 เดือน เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม 2561) เพื่อแสดงว่าค่าจริงและค่าพยากรณ์ต่างกันมากน้อยเพียงใด โดยการหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Average Percentage Error : MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100$$

8) สรุปผล และจัดทำรายงาน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

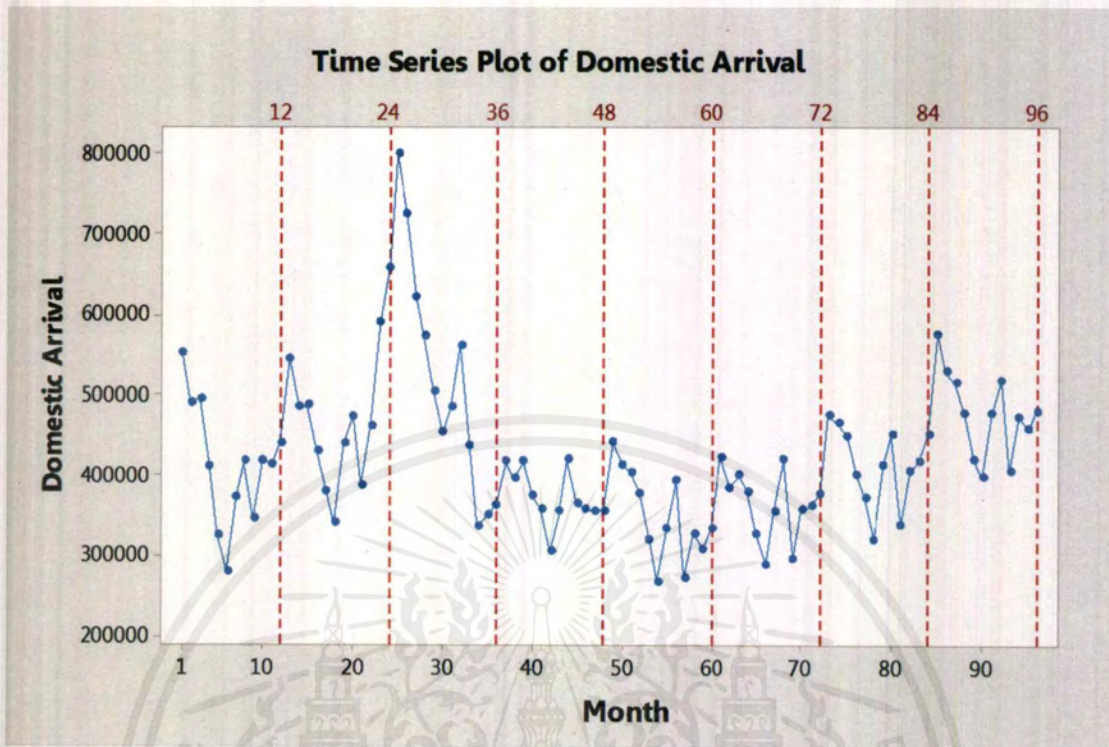
- 4.1 จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศ
- 4.2 จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ
- 4.3 จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ
- 4.4 จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ

โดยจะทำการวิเคราะห์ 3 วิธี คือ

1. วิธีแยกส่วนประกอบ
2. เทคนิคการปรับให้เรียบแบบไฮลท์และวินเทอร์
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

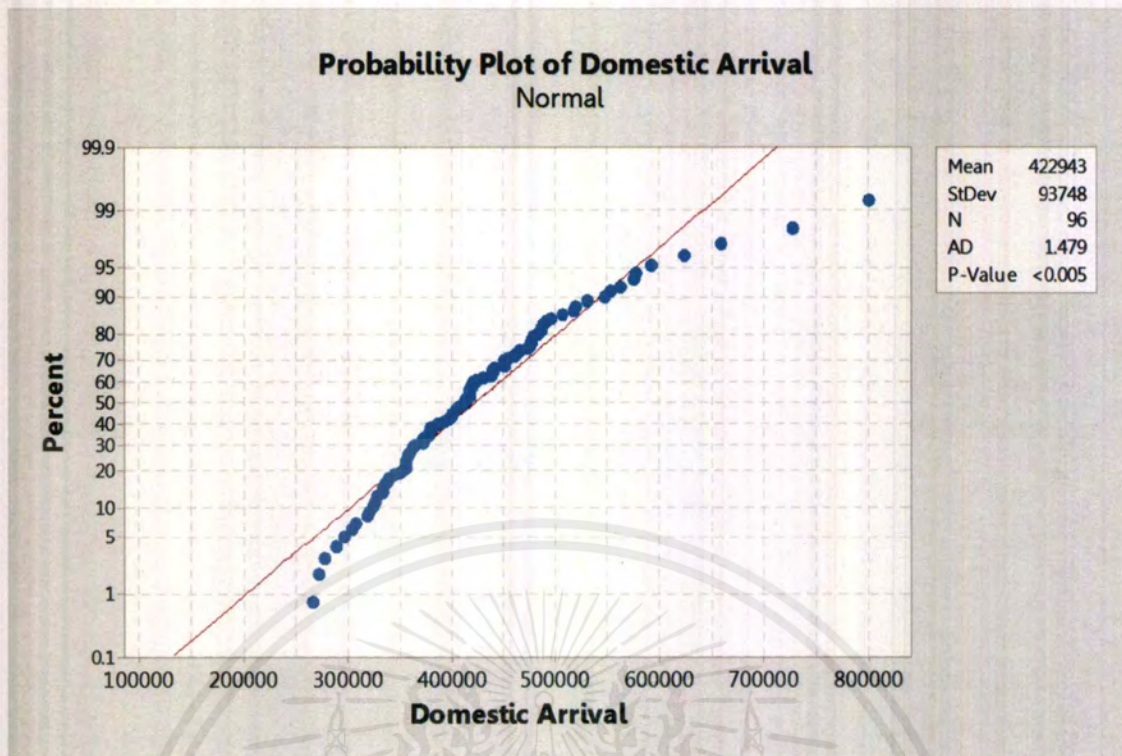
โดยจะทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี เพื่อเลือกรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) น้อยที่สุด

4.1 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศ



รูปที่ 4.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าจำนวนผู้โดยสารมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นในปีที่ 1-2 และมีค่าเฉลี่ยลดลงในปีที่ 3-5 และมีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นอีกครั้งในปีที่ 6-8 แสดงว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้ม แต่อิทธิพลของฤดูกาลยังไม่ชัดเจน เพื่อเลือกวิธีในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลจึงนำอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ไปทดสอบการแจกแจงปกติ Anderson-Darling ดังนี้



รูปที่ 4.2 การทดสอบการแจกแจงปกติของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยใช้การทดสอบ Anderson-Darling

H_0 : อนุกรมเวลามีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติ

จากรูปที่ 4.2 จะได้ค่า P-Value <0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคืออนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติ

จึงทำการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลโดยใช้วิธี Kruskal และ Wallis ซึ่งเป็นการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ที่ใช้เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ซึ่งจะทดสอบสมมติฐานดังนี้

รูปแบบบวก

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือ $S_1 = S_2 = \dots = S_{12} = 0$

H_1 : อนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือ $S_i \neq 0$ สำหรับบางฤดูกาล เมื่อ $i=1,2,\dots,12$

จะได้ $H = 64.4473 \geq \chi_{0.05,11}^2 = 19.68$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคืออนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบคุณ

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือ $S_1 = S_2 = \dots = S_{12} = 1$

H_1 : อนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือ $S_i \neq 1$ สำหรับบางฤดูกาล
เมื่อ $i=1,2,\dots,12$

รูปแบบคุณจะได้ $H = 65.0279 \geq \chi_{0.05,11}^2 = 19.68$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคืออนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

4.1.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

เนื่องจากอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการวิเคราะห์

4.1.1.1 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

การวิเคราะห์วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล ที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (หน่วย : คน) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จะได้สมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 493,946 - 3,726 \times t + 35.2t^2 + \hat{S}_t^* (96)$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, t มีหน่วยเป็นเดือน)

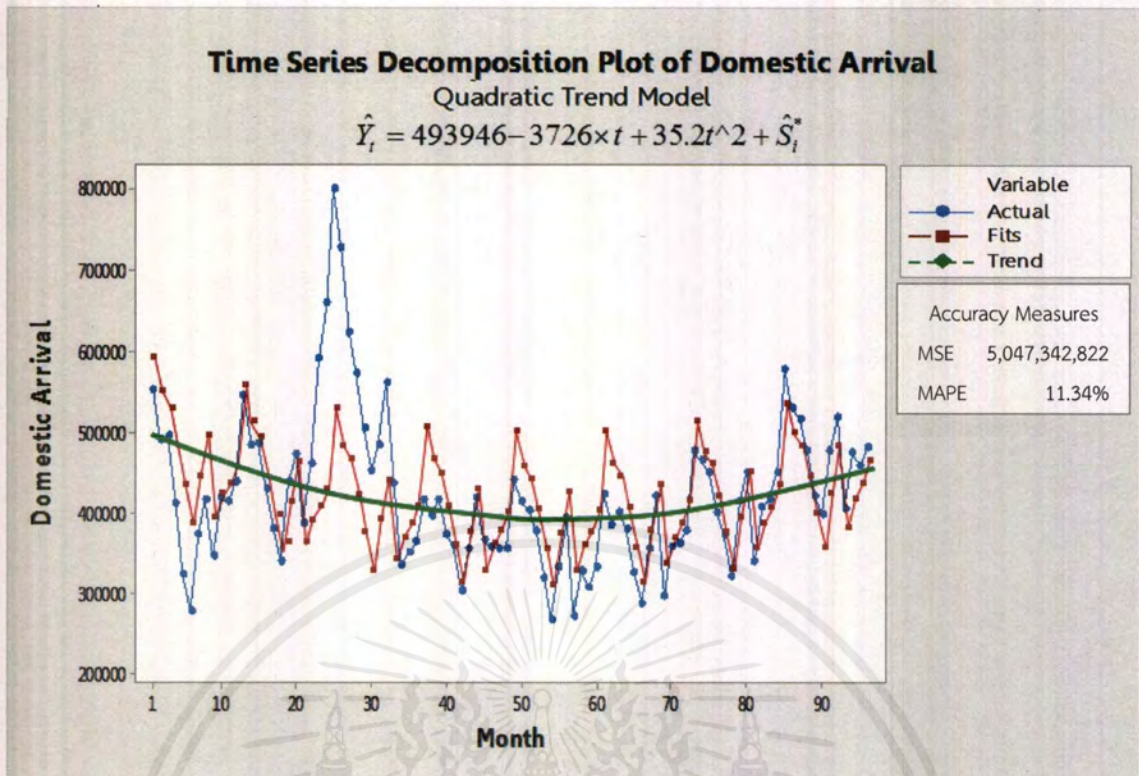
โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\hat{S}_1^* (96) = 106,102, \hat{S}_2^* (96) = 65,112, \hat{S}_3^* (96) = 49,182, \hat{S}_4^* (96) = 7,568,$$

$$\hat{S}_5^* (96) = -40,312, \hat{S}_6^* (96) = -85,196, \hat{S}_7^* (96) = -21,662, \hat{S}_8^* (96) = 32,677,$$

$$\hat{S}_9^* (96) = -67,255, \hat{S}_{10}^* (96) = -35,674, \hat{S}_{11}^* (96) = -17,601, \hat{S}_{12}^* (96) = 7,059$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 8 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิมีค่าสูงกว่าปกติ 106,102, 65,112, 49,182, 7,568, 32,677 และ 7,059 คน ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 7, 9, 10 และ 11 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 40,312, 85,196, 21,662, 67,255, 35,674 และ 17,601 คน ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก

จากรูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก ซึ่งมีแนวโน้มเป็นแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก ซึ่งจะได้ค่า $MSE = 5,047,342,822$

4.1.1.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

การวิเคราะห์วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาล ที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งอนุกรมเวลาของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (หน่วย : คน) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จะได้สมการพยากรณ์ดังนี้

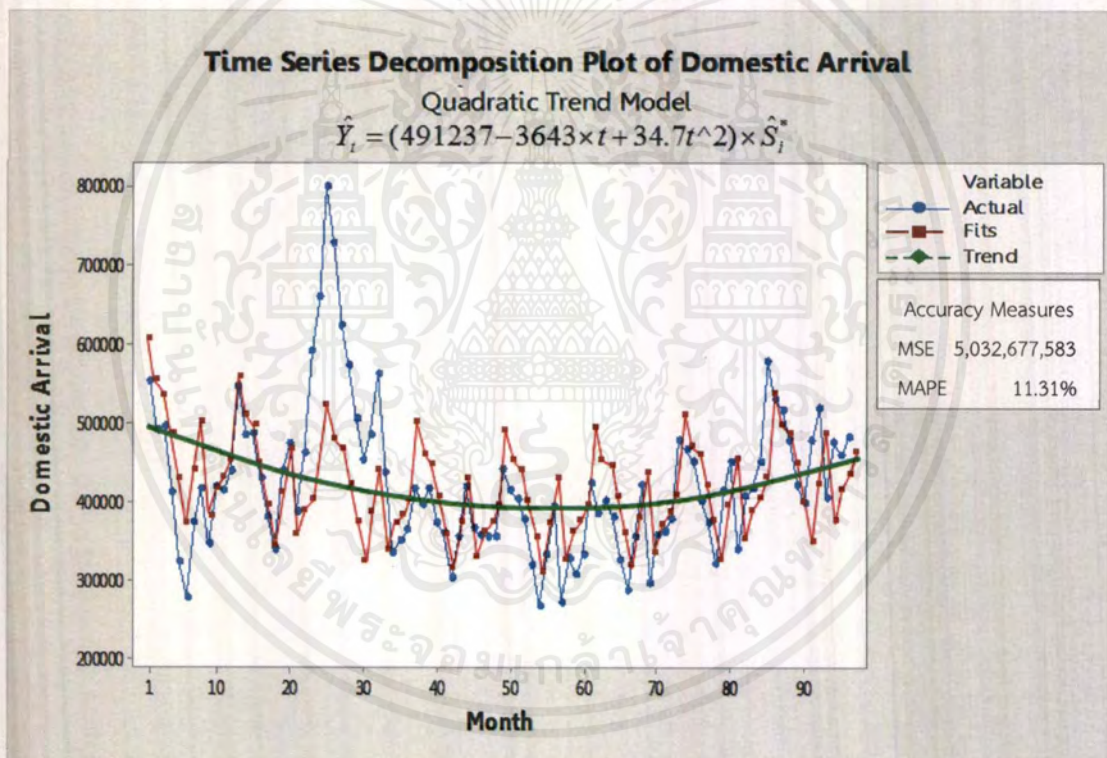
$$\hat{Y}_t = (491,237 - 3,643 \times t + 34.7t^2) \times \hat{S}_t^*(96)$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1^*(96) &= 1.2428, \hat{S}_2^*(96) = 1.1476, \hat{S}_3^*(96) = 1.1208, \hat{S}_4^*(96) = 1.0225, \\ \hat{S}_5^*(96) &= 0.9084, \hat{S}_6^*(96) = 0.7982, \hat{S}_7^*(96) = 0.9509, \hat{S}_8^*(96) = 1.0857, \\ \hat{S}_9^*(96) &= 0.8420, \hat{S}_{10}^*(96) = 0.9207, \hat{S}_{11}^*(96) = 0.9526, \hat{S}_{12}^*(96) = 1.0079 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 8 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 24.28%, 14.76%, 12.08%, 2.25%, 8.57% และ 0.79% ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 7, 9, 10 และ 11 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 9.16%, 20.18%, 4.91%, 15.80%, 7.93% และ 4.74% ตามลำดับ



รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ

จากรูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ ซึ่งมีแนวโน้มเป็นแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ ซึ่งจะได้ค่า $MSE = 5,032,677,583$

4.1.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

(Holt-Winters Exponential Smoothing Method)

4.1.2.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$, $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t = 85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha = 0.9547$, $\gamma = 0.005$ และ $\delta = 1$ ที่ทำให้ได้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ 1,645,886,663

ปี	t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{t+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	e_t
2560	85	577425	449497.61	3779.92	453277.53	127927	518682	18098
	86	531039	465074.30	3838.81	468913.11	65965	522364	12356
	87	516751	463554.08	3812.06	467366.14	53197	466455	-5613
	88	477372	477788.57	3864.09	481652.66	-417	420629	10917
	89	420007	481058.40	3861.12	484919.52	-61051	365671	-622
	90	398737	516487.75	4018.72	520506.47	-117751	479320	33066
	91	477560	518825.75	4010.33	522836.08	-41266	533212	-1760
	92	519514	509757.85	3945.04	513702.89	9756	443163	-13699
	93	405752	477985.31	3766.72	481752.03	-72233	478926	-37412
	94	474497	477523.52	3745.61	481269.14	-3027	482807	-4429
	95	458871	458417.02	3631.53	462048.54	454	484421	-23936
	96	481419	459182.03	3617.22	462799.25	22237	590726	-3002

จากตารางที่ 4.1 เขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (459,182.03 + 3,617.22p) + \hat{S}_i(96) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, 3, \dots$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1(96) &= 127,927, \hat{S}_2(96) = 65,965, \hat{S}_3(96) = 53,197, \hat{S}_4(96) = -417, \\ \hat{S}_5(96) &= -61,051, \hat{S}_6(96) = -117,751, \hat{S}_7(96) = -41,266, \hat{S}_8(96) = 9,756, \\ \hat{S}_9(96) &= -72,233, \hat{S}_{10}(96) = -3,027, \hat{S}_{11}(96) = 454, \hat{S}_{12}(96) = 22,237 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 8, 11 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้า ภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 127,927, 65,965, 53,197, 9,756, 454 และ 22,237 คน ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 4, 5, 6, 7, 9 และ 10 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 417, 61,051, 117,751, 41,266, 72,233 และ 3,027 คน ตามลำดับ

เนื่องจากผลรวมของค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงแปลงค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p} = (457831.03 + 3,617.22p) + \hat{S}_p(96) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, 3, \dots$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1(96) &= 129,278, \hat{S}_2(96) = 67,315, \hat{S}_3(96) = 54,548, \hat{S}_4(96) = 934, \\ \hat{S}_5(96) &= -59,701, \hat{S}_6(96) = -116,400, \hat{S}_7(96) = -39,915, \hat{S}_8(96) = 11,107, \\ \hat{S}_9(96) &= -70,883, \hat{S}_{10}(96) = -1,676, \hat{S}_{11}(96) = 1,805, \hat{S}_{12}(96) = 23,588 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 8, 11 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 129,278, 67,315, 54,548, 934, 11,107, 1,805 และ 23,588 คน ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 7, 9 และ 10 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 59,701, 116,400, 39,915, 70,883 และ 1,676 คน ตามลำดับ

4.1.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_i(t)$, $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t = 85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha = 0.9245$, $\gamma = 0.005$ และ $\delta = 1$ ที่ทำให้ได้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ 1,502,901,118

ปี	t	Y_t	$\hat{T}_i(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{i+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{i+1}(t)$	e_t
2560	85	577425	442794.18	3859.33	446653.51	1.3040	517156	12406
	86	531039	457738.13	3914.95	461653.08	1.1601	518629	13882
	87	516751	460107.00	3907.19	464014.20	1.1231	463153	-1879
	88	477372	477183.75	3973.28	481157.02	1.0004	415244	14218
	89	420007	486258.59	3998.88	490257.47	0.8638	361479	4762
	90	398737	536974.68	4233.30	541207.99	0.7426	487170	37258
	91	477560	531337.07	4183.77	535520.85	0.8988	547368	-9611
	92	519514	510325.59	4057.34	514382.94	1.0180	419474	-27855
	93	405752	498825.80	3979.28	502805.08	0.8134	486283	-13722
	94	474497	491537.69	3922.74	495460.43	0.9653	490382	-11787
	95	458871	466025.92	3775.04	469800.96	0.9846	492440	-31511
	96	481419	460079.87	3726.26	463806.13	1.0464	604825	-11021

จากตารางที่ 4.2 เขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (460,079.87 + 3,726.26p) \times \hat{S}_i(96) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, 3, \dots$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

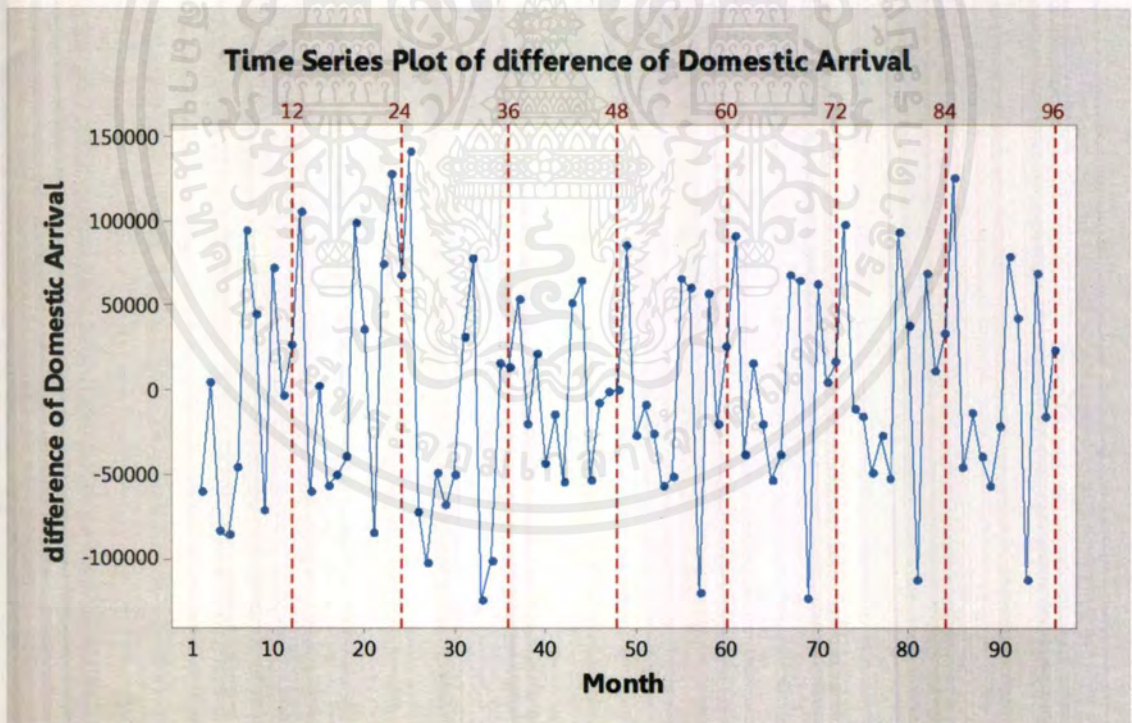
$$\begin{aligned} \hat{S}_1(96) &= 1.3040, \hat{S}_2(96) = 1.1601, \hat{S}_3(96) = 1.1231, \hat{S}_4(96) = 1.0004, \\ \hat{S}_5(96) &= 0.8638, \hat{S}_6(96) = 0.7426, \hat{S}_7(96) = 0.8988, \hat{S}_8(96) = 1.0180, \\ \hat{S}_9(96) &= 0.8134, \hat{S}_{10}(96) = 0.9653, \hat{S}_{11}(96) = 0.9846, \hat{S}_{12}(96) = 1.0464 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 8 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 30.4%, 16.01%, 12.31%, 0.04%, 1.80% และ 4.46% ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 7, 9, 10 และ 11 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 13.62%, 25.74%, 10.12%, 18.66%, 3.47% และ 1.54% ตามลำดับ

4.1.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารมีแนวโน้ม แต่อิทธิพลของฤดูกาลยังไม่ชัดเจน จึงทำการทดสอบด้วยวิธี Kruskal และ Wallis สรุปว่าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

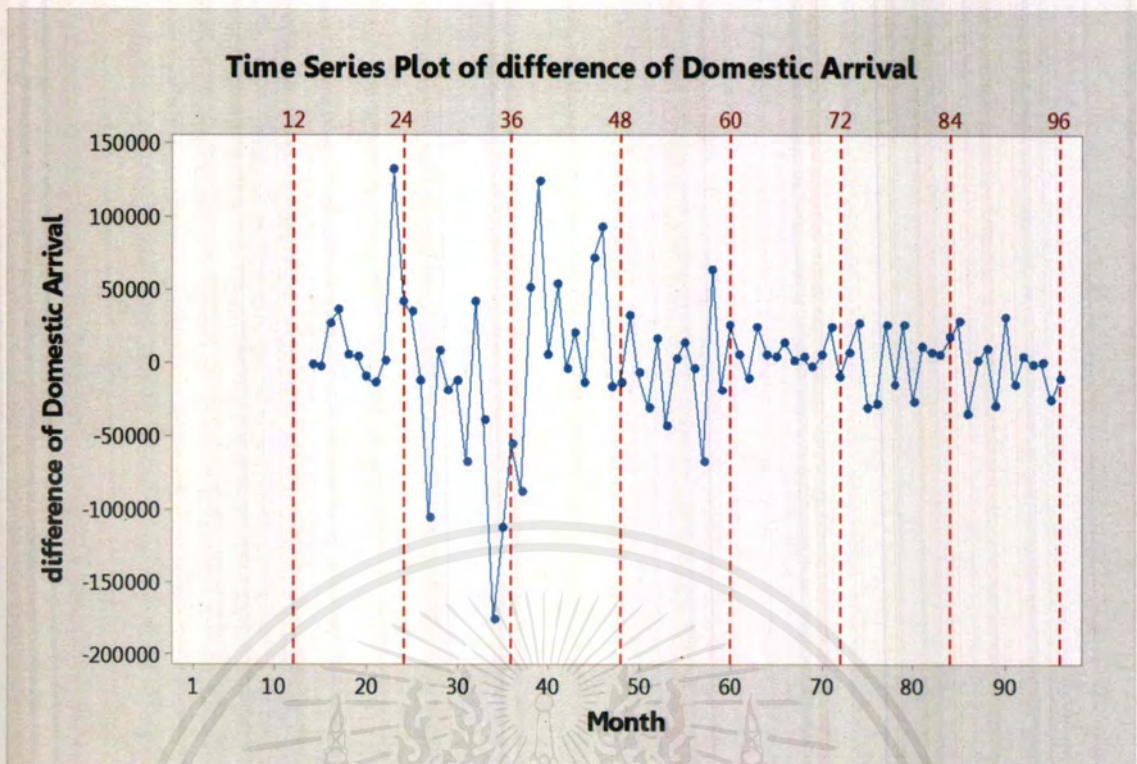
เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาเดิมให้เป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่เสถียรขึ้นนารีก่อน โดยการหาผลต่าง 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

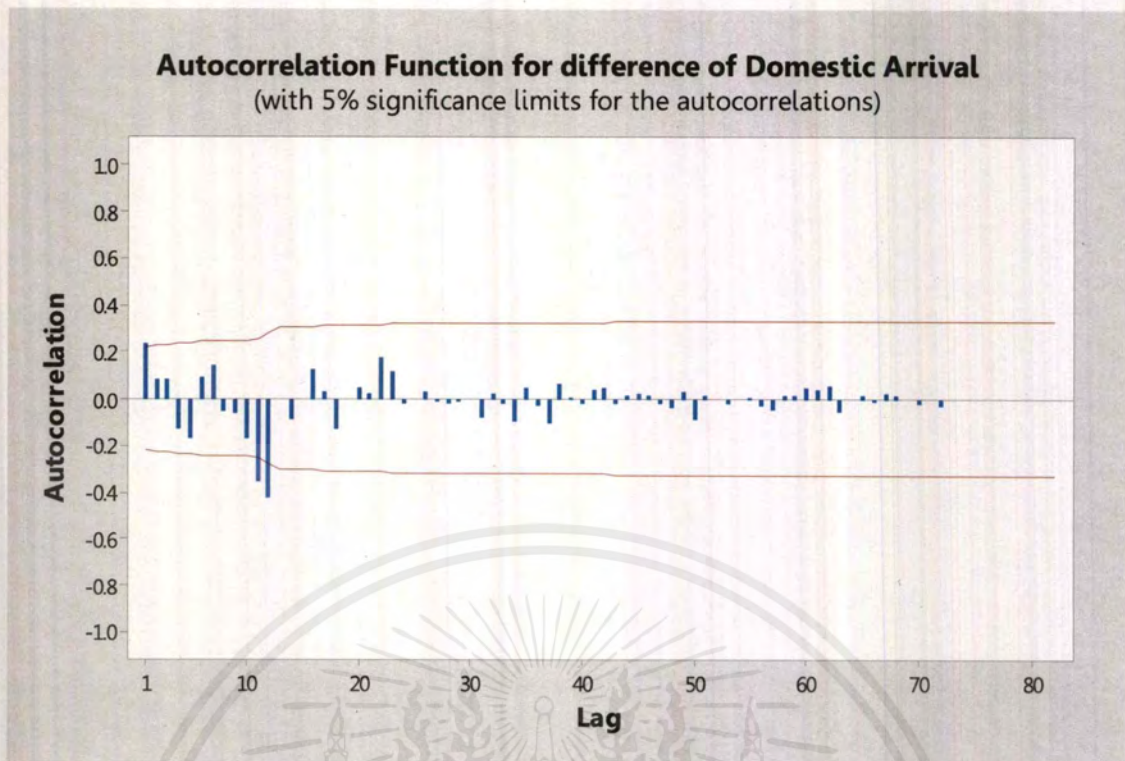
จากรูปที่ 4.5 จะพบว่าอนุกรมเวลายังมีอิทธิพลของฤดูกาลอยู่ เพื่อขจัดอิทธิพลของฤดูกาลจึงแปลงอนุกรมเวลาที่หาผลต่าง 1 ครั้ง โดยหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

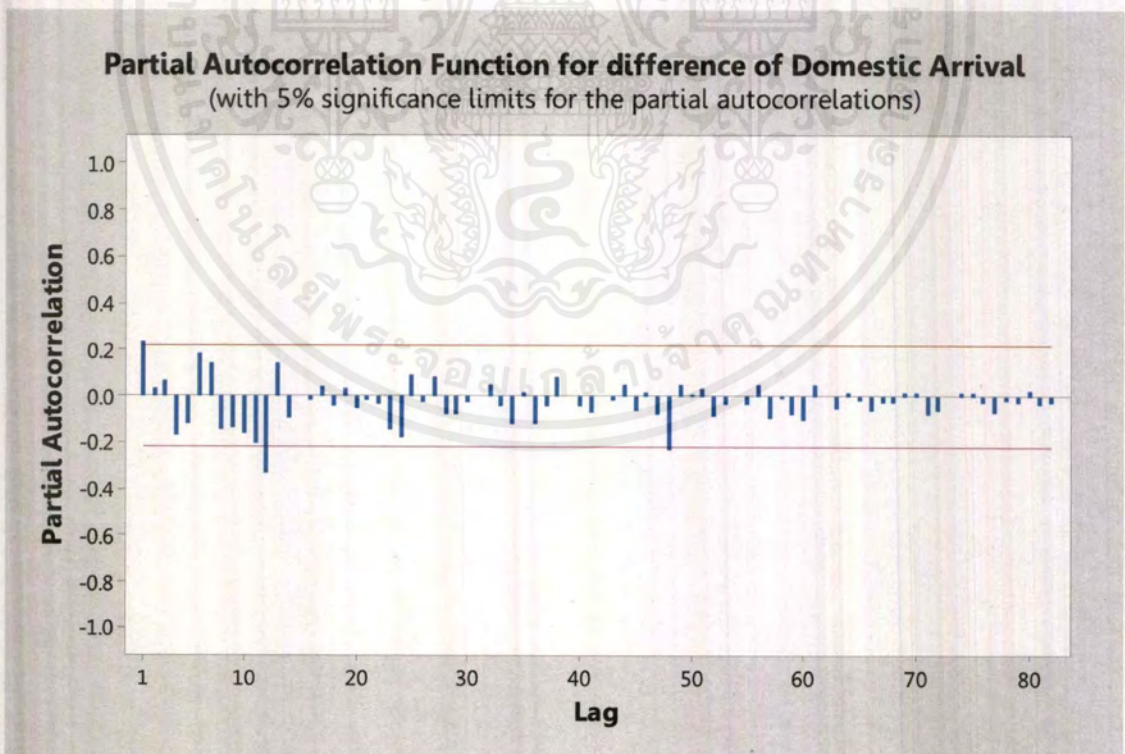


รูปที่ 4.6 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.6 จะพบว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารีแล้ว จึงนำอนุกรมเวลาชุดใหม่ไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ Autocorrelation (ACF) และ Partial Autocorrelation (PACF) ดังรูปที่ 4.7 และ รูปที่ 4.8



รูปที่ 4.7 คอเรลโรแกรม ACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ



รูปที่ 4.8 คอเรลโรแกรม PACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8 พบว่าคอเรลโรแกรมของ ACF ลดลงอย่างรวดเร็ว และ PACF cut off ที่ lag 1 จะได้เป็น ARIMA(1,1,0) และเมื่อพิจารณาในส่วนของฤดูกาล จะพบว่า ACF cut off ที่ lag 12 และ PACF ที่ lag 12, 24,... ลดลงอย่างรวดเร็ว จะได้เป็น SARIMA(0,1,1)₁₂ ดังนั้นตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ คือ ARIMA(1,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂

ตารางที่ 4.3 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Statistic	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
$\hat{\phi}_1$	0.115	0.111	1.03	0.304
$\hat{\theta}_{12}$	0.8946	0.0883	10.74	0.000

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

จากตารางที่ 4.3 จะได้ p-value = 0.304 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 จะได้ว่า $\phi_1 = 0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงตัด ϕ_1 ออกจากตัวแบบ ดังนั้นจึงปรับตัวแบบใหม่เป็น ARIMA(0,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂

ตารางที่ 4.4 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(0,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Statistic	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
$\hat{\theta}_{12}$	0.9001	0.0814	11.05	0.000

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \theta_{12} = 0$$

$$H_1 : \theta_{12} \neq 0$$

จากตารางที่ 4.4 จะได้ p-value = 0.000 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น θ_{12} มีค่าไม่เป็น 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า $\theta_{12} \neq 0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบคือ

$$\hat{\theta}_{12} = 0.9001$$

ตารางที่ 4.5 การทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อนของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	13.69	18.09	22.18	28.39
DF	11	23	35	47
P-Value	0.250	0.753	0.955	0.985

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ เป็นอิสระกันหรือไม่ ด้วยสถิติ Box-Ljung ตั้งสมมติฐานที่ lag 12 ได้ดังนี้

$$H_0 : \rho_1(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \text{ บางค่าไม่เท่ากับ } 0 \text{ สำหรับ } k = 1, 2, \dots, 12$$

จากตารางที่ 4.5 จะได้ lag ที่ 12 มีค่า p-value = 0.250 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 ดังนั้นแสดงว่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, ..., 12 มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 24, 36 และ 48

เนื่องจากตัวแบบที่หาได้โดยใช้วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ มีตัวแบบที่เหมาะสมหลายตัวแบบจึงใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาไคเคะ (AIC) เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมที่มีมากกว่า 1 ตัวแบบ โดยตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จะเป็นตัวแบบที่ให้ AIC ต่ำสุด

สามารถหาค่า AIC ของตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้า ภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ได้ดังนี้

$$1. \text{ARIMA}(0,1,0) \times \text{SARIMA}(0,1,1)_{12}$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n} = \frac{8.65 \times 10^{10}}{96} = 9.01 \times 10^8$$

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1) = 96 \log(9.01 \times 10^8) + 2(1+1) = 863.6637$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$2. \text{ARIMA}(0,1,0) \times \text{SARIMA}(2,1,3)_{12}$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n} = \frac{7.66 \times 10^{10}}{96} = 7.98 \times 10^8$$

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1) = 96 \log(7.98 \times 10^8) + 2(5+1) = 866.5673$$

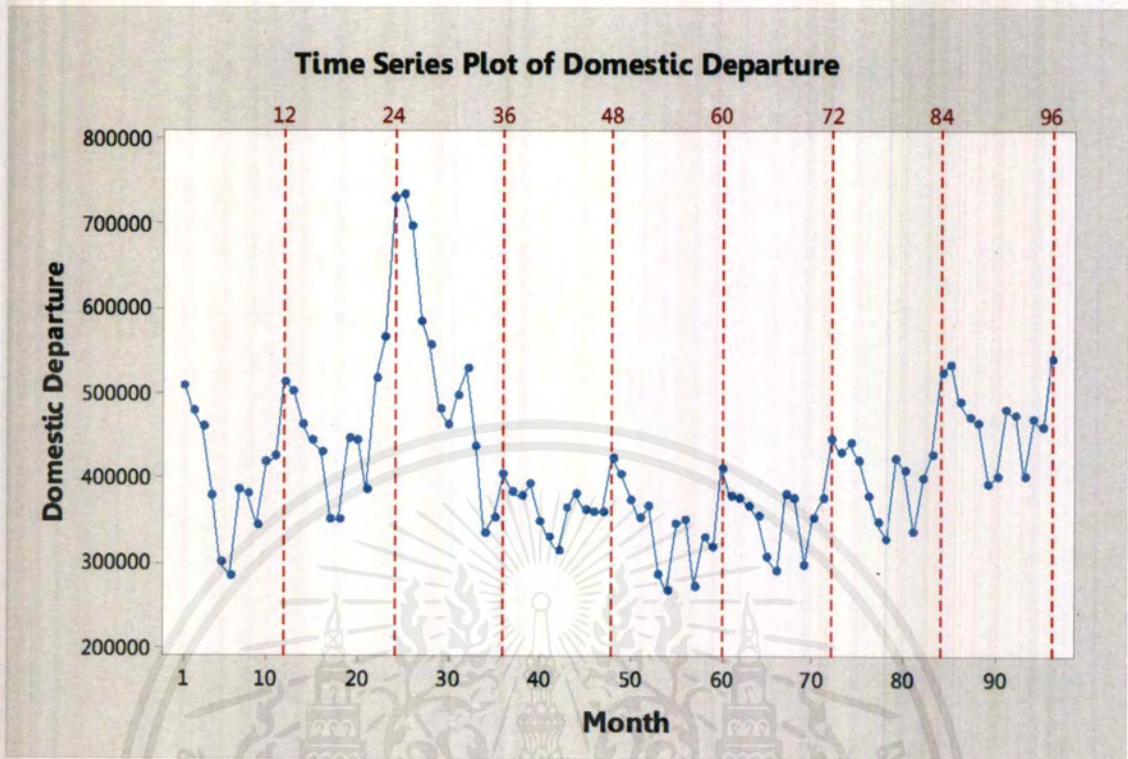
จากการเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมทั้งหมด พบว่าตัวแบบที่ให้ AIC ต่ำสุด คือ ARIMA(0,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂ โดยมีค่า MSE=1,055,084,441

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

วิธีพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบบวก $\hat{Y}_t = 493,946 - 3,726 \times t + 35.2t^2 + \hat{S}_t^*(96)$ -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบคูณ $\hat{Y}_t = (491,237 - 3,643 \times t + 34.7t^2) \times \hat{S}_t^*(96)$	5,047,342,822 5,032,677,583
2. วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก $\hat{Y}_{96+p}(96) = (457831.03 + 3,617.22p) + \hat{S}_t^*(96)$ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ $\hat{Y}_{96+p}(96) = (460,079.87 + 3,726.26p) \times \hat{S}_t^*(96)$	1,645,886,663 1,502,901,118
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $\hat{Y}_{96}(l) = \begin{cases} Y_{85} + Y_{96} - Y_{84} - 0.9001e_{85} & \text{เมื่อ } l = 1 \\ \hat{Y}_{96}(l-1) + Y_{84+l} - Y_{83+l} - 0.9001e_{84+l} & \text{เมื่อ } l \geq 2 \end{cases}$	1,055,084,441

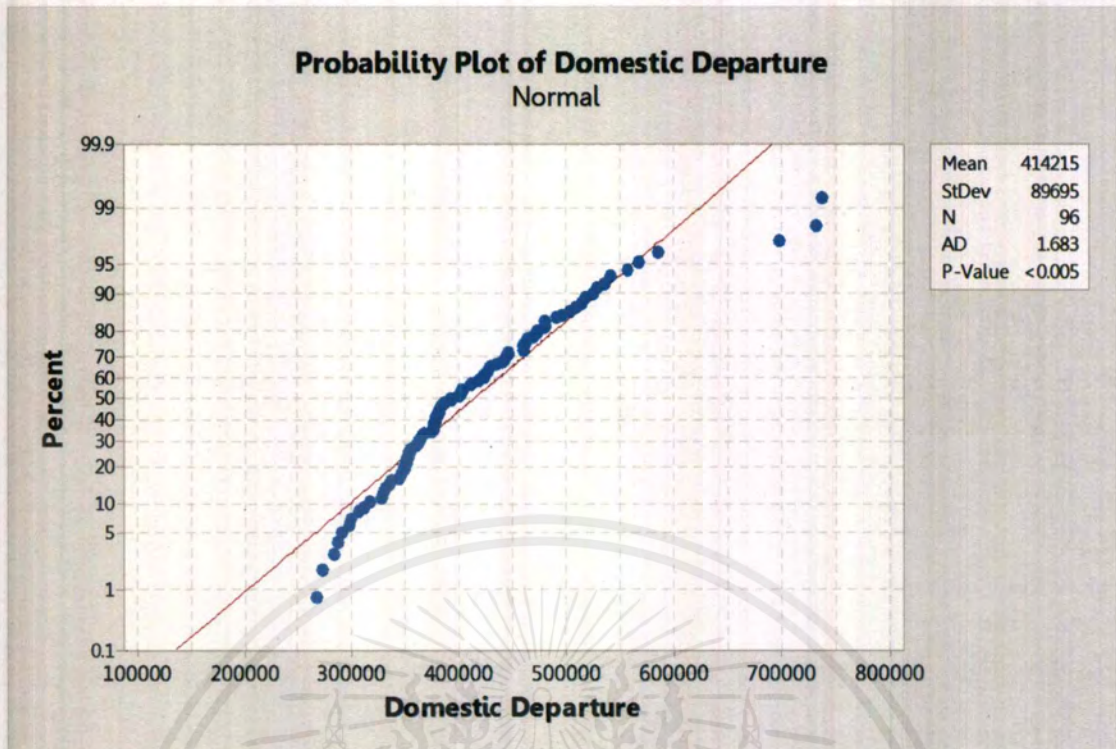
จากตารางที่ 4.6 พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ คือ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งได้ค่า MSE ต่ำที่สุดคือ 1,055,084,441

4.2 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ



รูปที่ 4.9 ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

จากรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าจำนวนผู้โดยสารมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นในปีที่ 1-2 และมีค่าเฉลี่ยลดลงในปีที่ 3-5 และมีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นอีกครั้งในปีที่ 6-8 แสดงว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้ม แต่อิทธิพลของฤดูกาลยังไม่ชัดเจน เพื่อเลือกวิธีในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลจึงนำอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ไปทดสอบการแจกแจงปกติ Anderson-Darling ดังนี้



รูปที่ 4.10 การทดสอบการแจกแจงปกติของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยใช้การทดสอบ Anderson-Darling

H_0 : อนุกรมเวลามีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติ

จากรูปที่ 4.10 จะได้ค่า P-Value <0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ อนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติ

จึงทำการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลโดยใช้วิธี Kruskal และ Wallis ซึ่งเป็นการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ที่ใช้เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ซึ่งจะทดสอบสมมติฐานดังนี้

รูปแบบบวก

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือ $S_1 = S_2 = \dots = S_{12} = 0$

H_1 : อนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือ $S_i \neq 0$ สำหรับบางฤดูกาล

เมื่อ $i=1,2,\dots,12$

จะได้ $H = 62.2735 \geq \chi_{0.05,11}^2 = 19.68$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคืออนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

รูปแบบคุณ

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือ $S_1 = S_2 = \dots = S_{12} = 1$

H_1 : อนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือ $S_i \neq 1$ สำหรับบางฤดูกาล
เมื่อ $i=1,2,\dots,12$

รูปแบบคุณจะได้ $H = 62.8238 \geq \chi_{0.05,11}^2 = 19.68$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคืออนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

4.2.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

เนื่องจากอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการวิเคราะห์

4.2.1.1 วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

การวิเคราะห์วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล ที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (หน่วย : คน) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จะได้สมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 486,294 - 3,694 \times t + 34.3t^2 + \hat{S}_t^* (96)$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, t มีหน่วยเป็นเดือน)

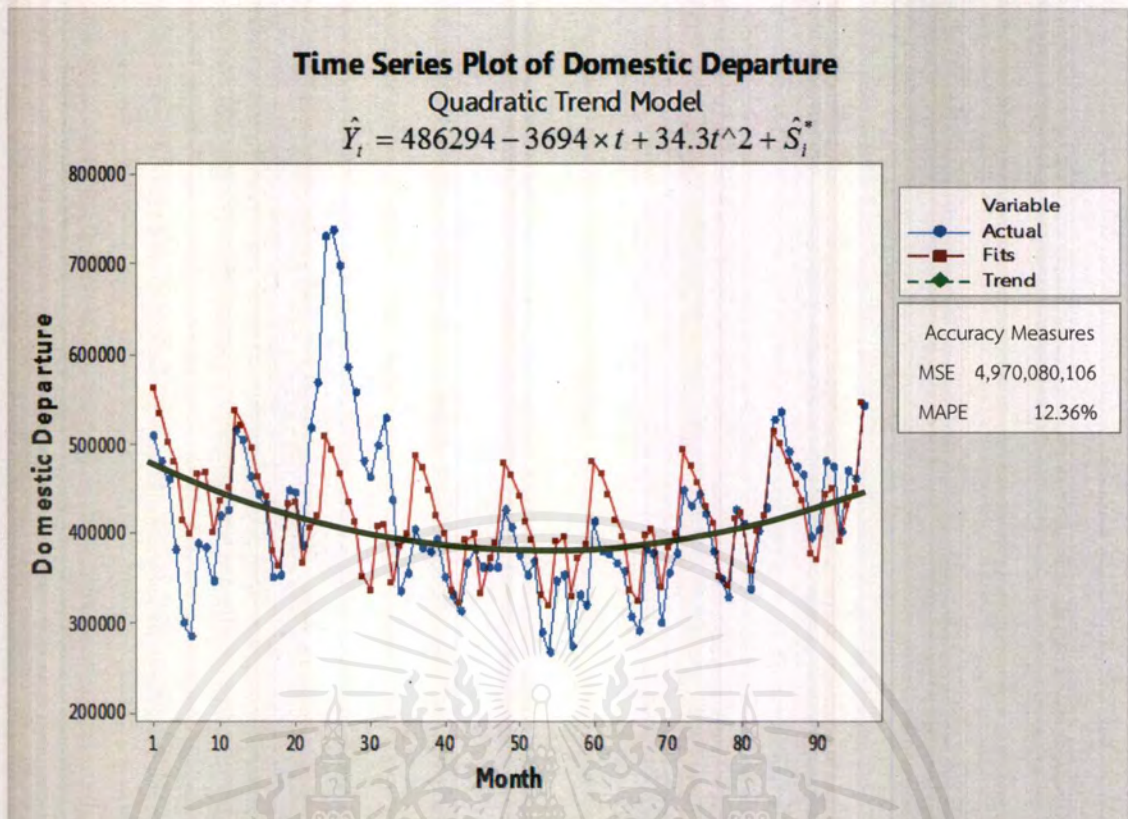
โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\hat{S}_1^* (96) = 68,952, \quad \hat{S}_2^* (96) = 46,609, \quad \hat{S}_3^* (96) = 18,635, \quad \hat{S}_4^* (96) = -707,$$

$$\hat{S}_5^* (96) = -59,053, \quad \hat{S}_6^* (96) = -71,100, \quad \hat{S}_7^* (96) = -1,623, \quad \hat{S}_8^* (96) = 2,672,$$

$$\hat{S}_9^* (96) = -60,129, \quad \hat{S}_{10}^* (96) = -21,164, \quad \hat{S}_{11}^* (96) = -5,884, \quad \hat{S}_{12}^* (96) = 82,792$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 8 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 68,952, 46,609, 18,635, 2,672 และ 82,792 คน ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 4, 5, 6, 7, 9, 10 และ 11 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 707, 59,053, 71,100, 1,623, 60,129, 21,164 และ 5,884 คน ตามลำดับ



รูปที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก

จากรูปที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก ซึ่งมีแนวโน้มเป็นแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก ซึ่งจะได้ค่า MSE = 4,970,080,106

4.2.1.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบคูณ

การวิเคราะห์วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาล ที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งอนุกรมเวลาของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (หน่วย : คน) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จะได้สมการพยากรณ์ดังนี้

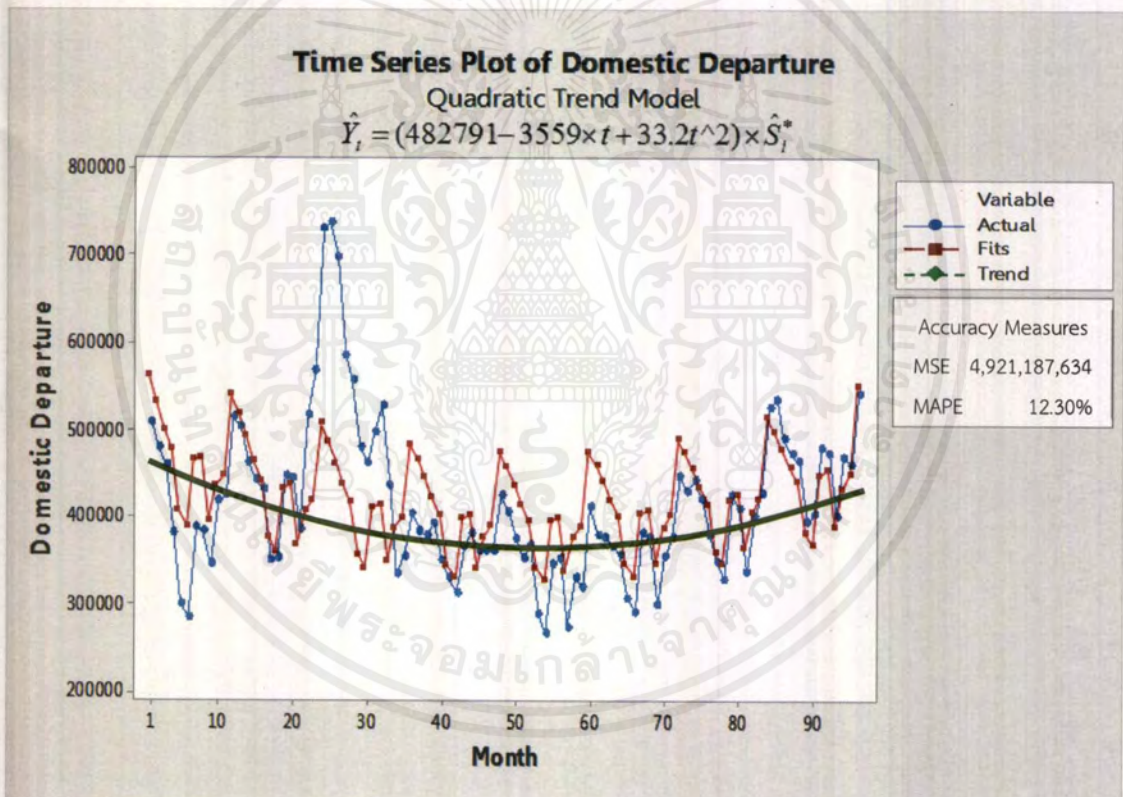
$$\hat{Y}_t = (482,791 - 3,559 \times t + 33.2t^2) \times \hat{S}_t^* (96)$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1^*(96) &= 1.1570, \hat{S}_2^*(96) = 1.1058, \hat{S}_3^*(96) = 1.0478, \hat{S}_4^*(96) = 1.0014, \\ \hat{S}_5^*(96) &= 0.8598, \hat{S}_6^*(96) = 0.8278, \hat{S}_7^*(96) = 1.0008, \hat{S}_8^*(96) = 1.0114, \\ \hat{S}_9^*(96) &= 0.8571, \hat{S}_{10}^*(96) = 0.9511, \hat{S}_{11}^*(96) = 0.9836, \hat{S}_{12}^*(96) = 1.1963 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 7, 8 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 15.70%, 10.58%, 4.78%, 0.14%, 0.08% 1.14% และ 19.63% ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 9, 10 และ 11 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 14.05%, 17.22%, 14.29%, 4.89% และ 1.64% ตามลำดับ



รูปที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ

จากรูปที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก ซึ่งมีแนวโน้มเป็นแบบควอดราติก และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ ซึ่งจะได้ค่า MSE = 4,921,187,634

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

(Holt-Winters Exponential Smoothing Method)

4.2.2.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$, $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t = 85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha = 1$, $\gamma = 0.0063$ และ $\delta = 0.0075$ ที่ทำให้ได้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ 1,556,367,174

ปี	t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{t+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	e_t
2560	85	534355	447048	3594.69	450642.69	87307	491746	22875
	86	489385	448281	3579.81	451860.81	41104	469595	-2361
	87	471835	454100	3593.92	457693.92	17735	457174	2239
	88	463244	463763	3632.17	467395.17	-519	376918	6069
	89	392559	483036	3730.76	486766.76	-90477	382507	15640
	90	401340	505599	3849.46	509448.46	-104259	493483	18832
	91	479873	495838	3763.67	499601.67	-15965	480712	-13610
	92	472946	491835	3714.72	495549.72	-18889	440463	-7766
	93	400647	455733	3463.75	459196.75	-55086	475332	-39816
	94	468638	452502	3421.55	455923.55	16136	475010	-6694
	95	458945	439858	3320.29	443178.29	19087	547003	-16065
	96	540725	436900	3280.72	440180.72	103825	527487	-6278

จากตารางที่ 4.7 เขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (436,900 + 3280.72p) + \hat{S}_i(96) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, 3, \dots$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\hat{S}_1(96) = 87,307, \quad \hat{S}_2(96) = 41,104, \quad \hat{S}_3(96) = 17,735, \quad \hat{S}_4(96) = -519,$$

$$\hat{S}_5(96) = -90,477, \quad \hat{S}_6(96) = -104,259, \quad \hat{S}_7(96) = -15,965, \quad \hat{S}_8(96) = -18,889,$$

$$\hat{S}_9(96) = -55,086, \quad \hat{S}_{10}(96) = 16,136, \quad \hat{S}_{11}(96) = 19,087, \quad \hat{S}_{12}(96) = 103,826$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 10, 11 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 47,451, 32,113, 87,307, 41,104, 17,735, 16,136, 19,087 และ 103,826 คน ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 519, 90,477, 104,259, 15,965, 18,889 และ 55,086 คน ตามลำดับ

4.2.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$, $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t=85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha=0.7821$, $\gamma=0.0162$ และ $\delta=0.0301$ ทำให้ได้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ 1,443,237,666

ปี	t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{t+1}(t)$	$\hat{S}_t(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	e_t
2560	85	534355	466764.76	2550.93	469315.68	1.1288	514143	35343
	86	489385	451639.74	2263.87	453903.62	1.0952	480065	-24758
	87	471835	447817.39	2165.03	449982.43	1.0575	457949	-8230
	88	463244	454051.57	2231.12	456282.68	1.0178	397978	5294
	89	392559	451423.01	2152.20	453575.21	0.8721	372002	-5419
	90	401340	481552.51	2606.54	484159.05	0.8206	495421	29337
	91	479873	472274.66	2413.54	474688.20	1.0230	495015	-15548
	92	472946	458135.81	2144.73	460280.55	1.0425	373670	-22069
	93	400647	486270.40	2566.80	488837.20	0.8122	463768	26976
	94	468638	492851.50	2631.99	495483.49	0.9488	491845	4869
	95	458945	469560.95	2211.02	471771.97	0.9922	558672	-32900
	96	540725	459918.12	2018.52	461936.64	1.1839	521436	-17947

จากตารางที่ 4.8 เขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (459,918.12 + 2,018.52p) \times \hat{S}_t(96) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, 3, \dots$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

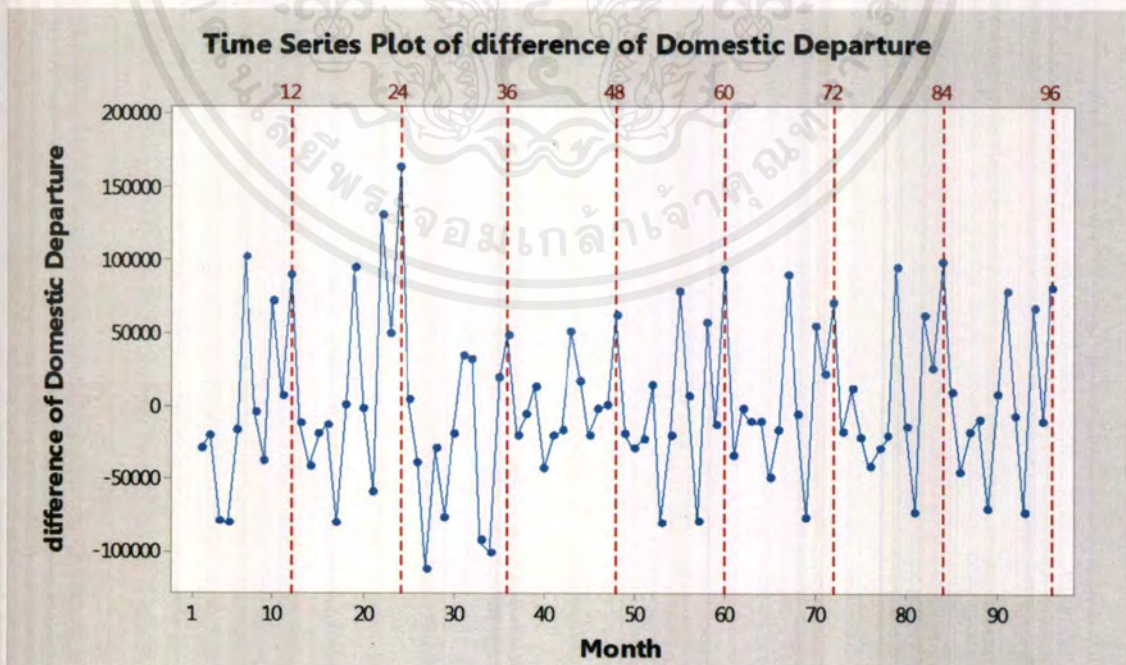
$$\begin{aligned} \hat{S}_1(96) &= 1.1288, \hat{S}_2(96) = 1.0952, \hat{S}_3(96) = 1.0575, \hat{S}_4(96) = 1.0178, \\ \hat{S}_5(96) &= 0.8721, \hat{S}_6(96) = 0.8206, \hat{S}_7(96) = 1.0230, \hat{S}_8(96) = 1.0425, \\ \hat{S}_9(96) &= 0.8122, \hat{S}_{10}(96) = 0.9488, \hat{S}_{11}(96) = 0.9922, \hat{S}_{12}(96) = 1.1839 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 7, 8 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 12.88%, 9.52%, 5.75%, 1.78%, 2.3จ%, 4.25% และ 18.39% ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 9, 10 และ 11 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 12.79%, 17.94%, 18.78%, 5.12% และ 0.78% ตามลำดับ

4.2.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

จากรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารมีแนวโน้ม แต่อิทธิพลของฤดูกาลยังไม่ชัดเจน จึงทำการทดสอบด้วยวิธี Kruskal และ Wallis สรุปว่าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

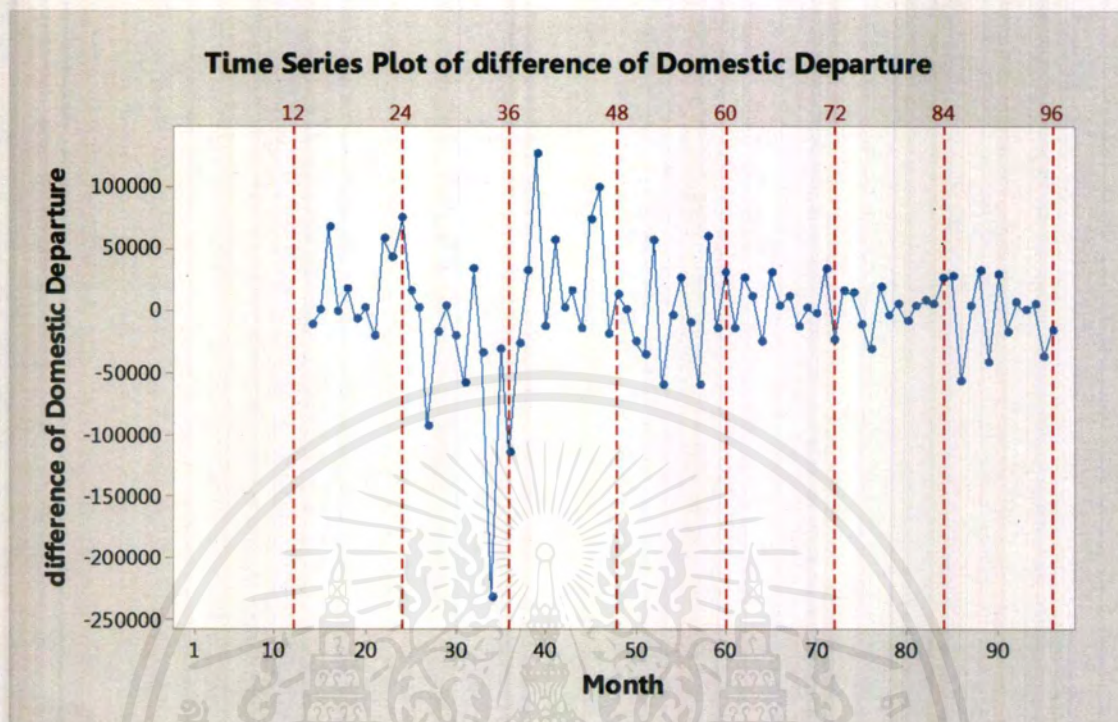
เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาเดิมให้เป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่เสถียรขึ้นารีก่อน โดยการหาผลต่าง 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

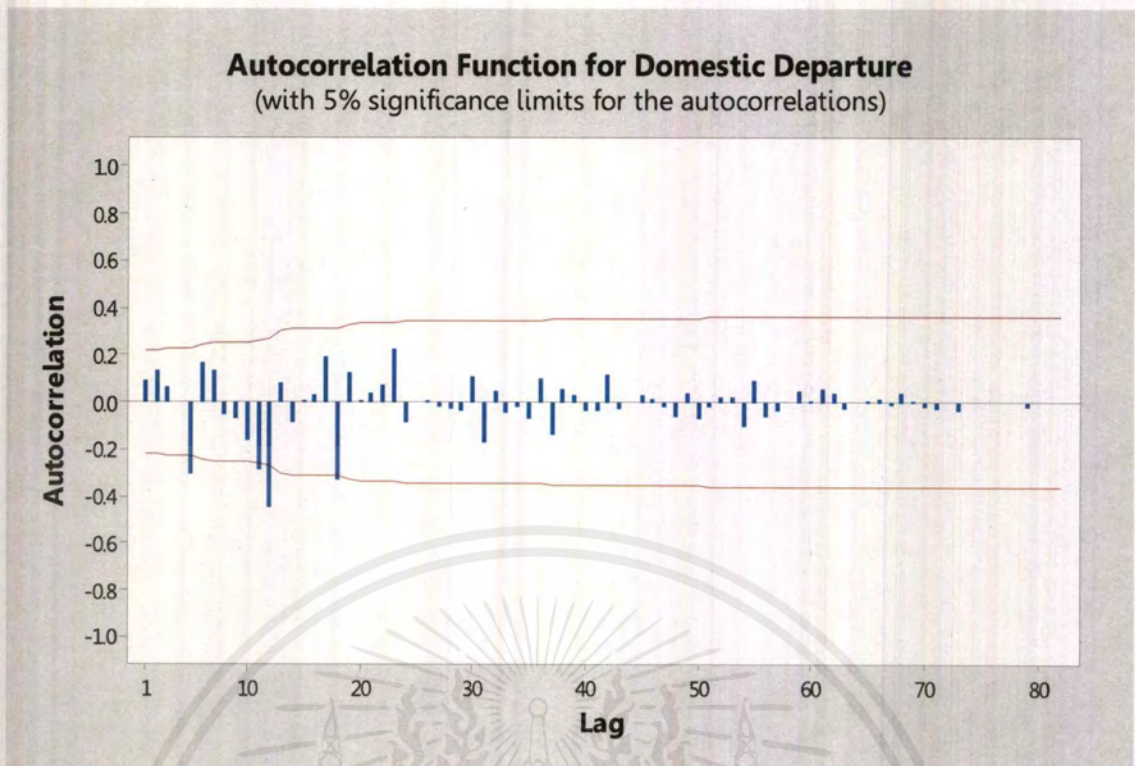
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.13 จะพบว่าอนุกรมเวลายังมีอิทธิพลของฤดูกาลอยู่ เพื่อขจัดอิทธิพลของฤดูกาล จึงแปลงอนุกรมเวลาที่หาผลต่าง 1 ครั้ง โดยหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.14

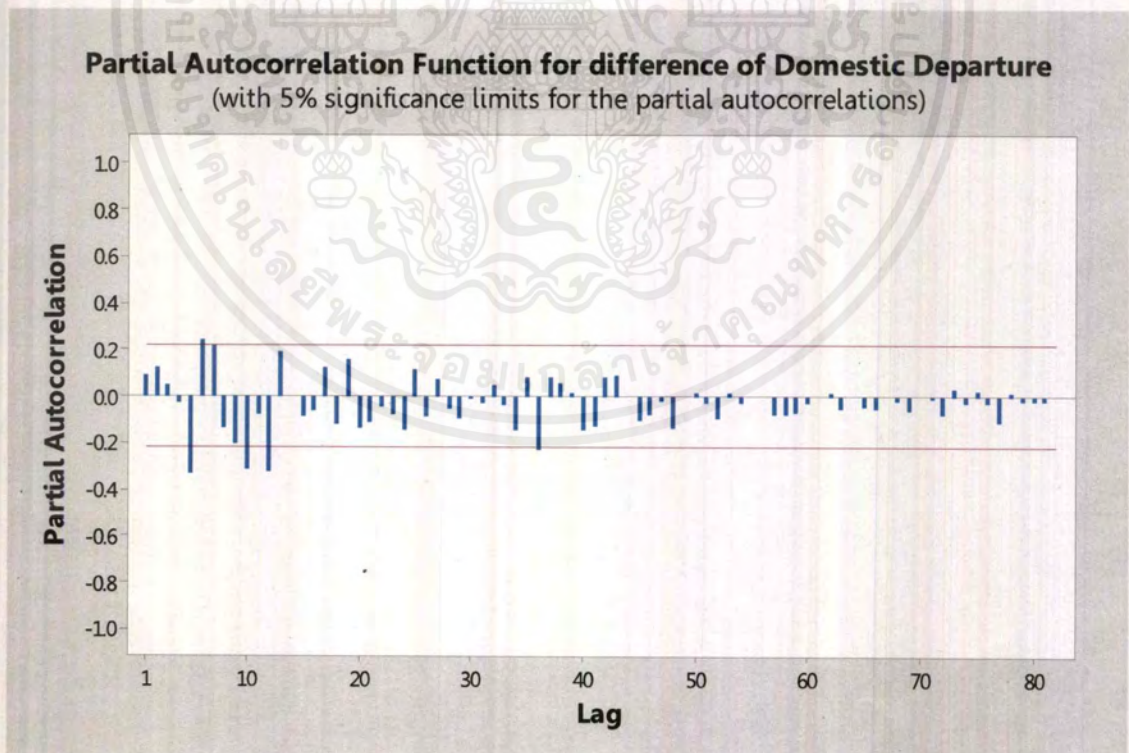


รูปที่ 4.14 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.14 จะพบว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้ว จึงนำอนุกรมเวลาชุดใหม่ไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ Autocorrelation (ACF) และ Partial Autocorrelation (PACF) ดังรูปที่ 4.15 และ รูปที่ 4.16



รูปที่ 4.15 คอเรลโรแกรม ACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ



รูปที่ 4.16 คอเรลโรแกรม PACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.15 และรูปที่ 4.16 พบว่าคอเรลโรแกรมของ ACF และ PACF ลดลงอย่างรวดเร็ว จะได้เป็น ARIMA(1,1,1) และเมื่อพิจารณาในส่วนของฤดูกาล จะพบว่า ACF cut off ที่ lag 12 และ PACF ที่ lag 12, 24, 36,...,96 ลดลงอย่างรวดเร็ว จะได้เป็น SARIMA(0,1,1)₁₂ ดังนั้นตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ คือ ARIMA(1,1,1)×SARIMA(0,1,1)₁₂

ตารางที่ 4.9 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,1,1)×SARIMA(0,1,1)₁₂ ร่วมกับค่าคงที่ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Statistic	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
$\hat{\phi}_1$	0.49	1.09	0.45	0.654
$\hat{\theta}_1$	0.42	1.14	0.37	0.713
$\hat{\theta}_{12}$	0.8951	0.0925	9.68	0.000
$\hat{\theta}_0$	292	417	0.70	0.486

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \theta_0 = 0$$

$$H_1 : \theta_0 \neq 0$$

จากตารางที่ 4.9 จะได้ p-value = 0.486 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 จะได้ว่า $\theta_0 = 0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงตัด θ_0 ออกจากตัวแบบ ดังนั้นจึงปรับตัวแบบใหม่เป็น ARIMA(1,1,1)×SARIMA(0,1,1)₁₂

ตารางที่ 4.10 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,1,1)×SARIMA(0,1,1)₁₂ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Statistic	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
$\hat{\phi}_1$	0.52	1.01	0.52	0.607
$\hat{\theta}_1$	0.45	1.06	0.42	0.673
$\hat{\theta}_{12}$	0.8942	0.0918	9.74	0.000

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0.$$

จากตารางที่ 4.10 จะได้ p-value = 0.673 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 จะได้ว่า $\theta_1 = 0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงตัด θ_1 ออกจากตัวแบบ ดังนั้นจึงปรับตัวแบบใหม่เป็น ARIMA(1,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂

ตารางที่ 4.11 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Statistic	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
$\hat{\phi}_1$	0.067	0.111	0.60	0.547
$\hat{\theta}_{12}$	0.8949	0.0903	9.91	0.000

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

จากตารางที่ 4.11 จะได้ p-value = 0.547 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 จะได้ว่า $\phi_1 = 0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงตัด ϕ_1 ออกจากตัวแบบ ดังนั้นจึงปรับตัวแบบใหม่เป็น ARIMA(0,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂

ตารางที่ 4.12 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(0,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Statistic	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
$\hat{\theta}_{12}$	0.8963	0.0888	10.10	0.000

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \theta_{12} = 0$$

$$H_1 : \theta_{12} \neq 0$$

จากตารางที่ 4.12 จะได้ p-value = 0.000 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 จะได้ว่า θ_{12} มีค่าไม่เป็น 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า $\theta_{12} \neq 0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบคือ

$$\hat{\theta}_{12} = 0.8963$$

ตารางที่ 4.13 การทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อนของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	15.24	34.89	39.10	46.03
DF	11	23	35	47
P-Value	0.172	0.053	0.291	0.513

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ เป็นอิสระกันหรือไม่ ด้วยสถิติ Box-Ljung ตั้งสมมติฐานที่ lag 12 ได้ดังนี้

$$H_0 : \rho_1(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \text{ บางค่าไม่เท่ากับ } 0 \text{ สำหรับ } k = 1, 2, \dots, 12$$

จากตารางที่ 4.13 จะได้ lag ที่ 12 มีค่า p-value = 0.172 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 ดังนั้นแสดงว่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, ..., 12 มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 24, 36 และ 48

เนื่องจากตัวแบบที่หาได้โดยใช้วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ มีตัวแบบที่เหมาะสมหลายตัวแบบจึงใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาไคเคะ (AIC) เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมที่มีมากกว่า 1 ตัวแบบ โดยตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จะเป็นตัวแบบที่ให้ AIC ต่ำสุด

สามารถหาค่า AIC ของตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ได้ดังนี้

1. ARIMA(1,1,1)×SARIMA(1,1,3)₁₂ ร่วมกับค่าคงที่

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n} = \frac{4.18 \times 10^{10}}{96} = 4.35 \times 10^8$$

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1) = 96 \log(4.35 \times 10^8) + 2(7+1) = 845.3233$$

2. ARIMA(0,1,0)×SARIMA(1,1,3)₁₂ ร่วมกับค่าคงที่

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n} = \frac{4.07 \times 10^{10}}{96} = 4.24 \times 10^8$$

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1) = 96 \log(4.24 \times 10^8) + 2(5+1) = 840.207$$

3. ARIMA(0,1,0)×SARIMA(0,1,2)₁₂ ร่วมกับค่าคงที่

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n} = \frac{7.36 \times 10^{10}}{96} = 7.66 \times 10^8$$

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1) = 96 \log(7.66 \times 10^8) + 2(3+1) = 860.8960$$

4. ARIMA(0,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n} = \frac{8.52 \times 10^{10}}{96} = 8.88 \times 10^8$$

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1) = 96 \log(8.88 \times 10^8) + 2(1+1) = 863.0242$$

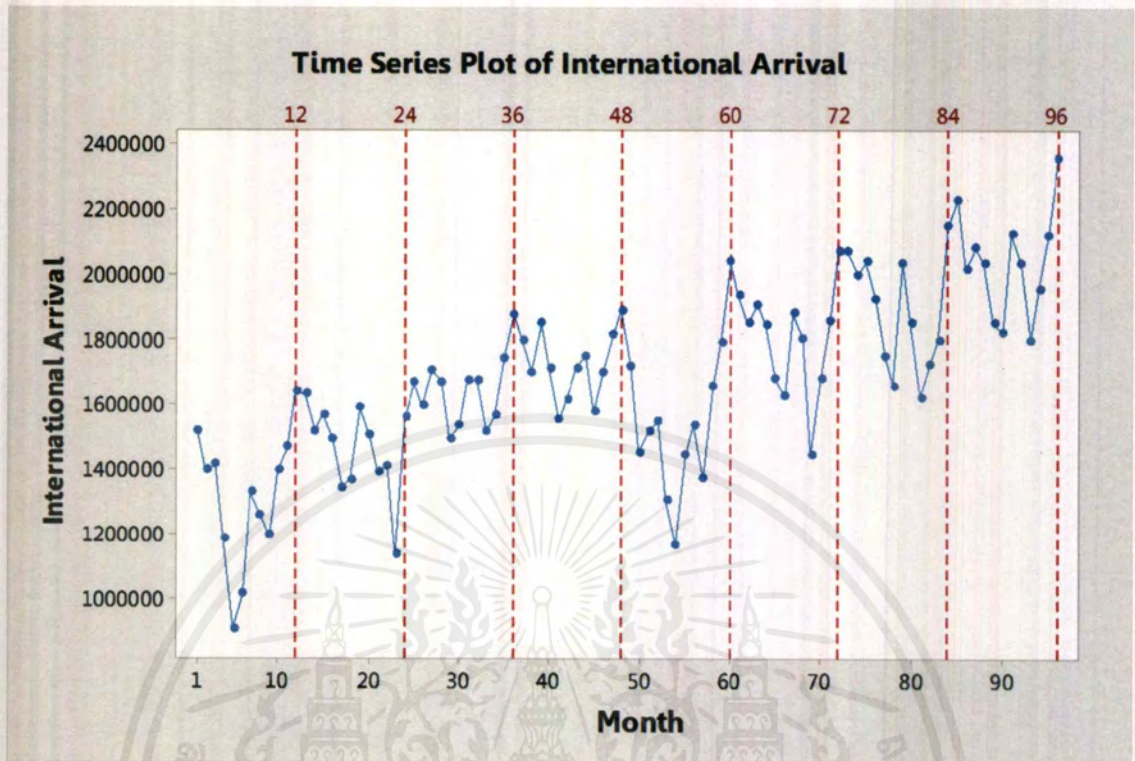
จากการเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมทั้งหมด พบว่าตัวแบบที่ให้ AIC ต่ำสุด คือ ARIMA(0,1,0)×SARIMA(1,1,3)₁₂ ร่วมกับค่าคงที่ โดยมีค่า MSE=521,594,679

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

วิธีพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบบวก $\hat{Y}_t = 486,294 - 3,694 \times t + 34.3t^2 + \hat{S}_t^*(96)$ -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบคูณ $\hat{Y}_t = (482,791 - 3,559 \times t + 33.2t^2) \times \hat{S}_t^*(96)$	4,970,080,106 4,921,187,634
2. วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก $\hat{Y}_{96+p}(96) = (436,900 + 3280.72p) + \hat{S}_t^*(96)$ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ $\hat{Y}_{96+p}(96) = (459,918.12 + 2,018.52p) \times \hat{S}_t^*(96)$	1,556,367,174 1,443,237,666
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $\hat{Y}_{96}(l) = \begin{cases} Y_{85} + Y_{96} - Y_{84} - 0.505Y_{85} + 0.505Y_{73} + 0.505Y_{84} \\ - 0.505Y_{72} + 2297 - 0.66e_{85} - 0.856e_{73} + 0.699e_{61} & \text{เมื่อ } l = 1 \\ Y_{84+l} + \hat{Y}_{96}(l-1) - Y_{83+l} - 0.505Y_{84+l} + 0.505Y_{72+l} \\ + 0.505Y_{83+l} - 0.505Y_{71+l} + 2297 - 0.66e_{84+l} - 0.856e_{72+l} \\ + 0.699e_{60+l} & \text{เมื่อ } l \geq 2 \end{cases}$	521,594,679

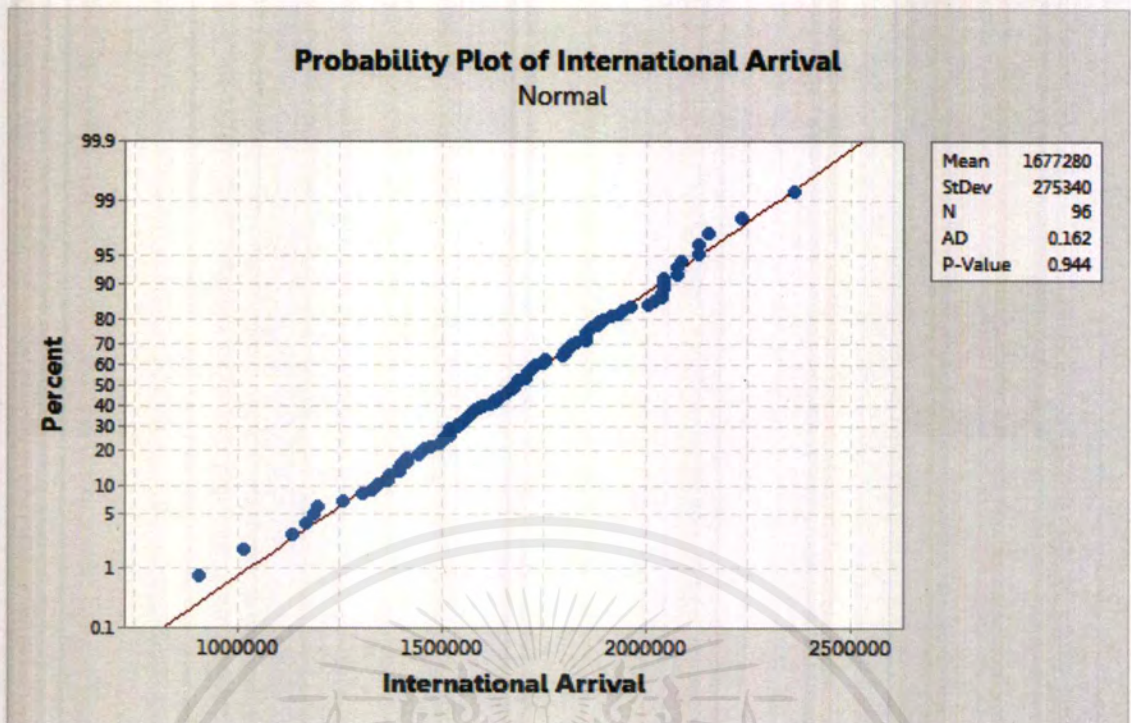
จากตารางที่ 4.14 พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ คือ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งได้ค่า MSE ต่ำที่สุดคือ 521,594,679

4.3 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ



รูปที่ 4.17 ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

จากรูปที่ 4.17 จะเห็นได้ว่าจำนวนผู้โดยสารในแต่ละปีจะมีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้ม แต่อิทธิพลของฤดูกาลยังไม่ชัดเจน เพื่อเลือกวิธีในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลจึงนำอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ไปทดสอบการแจกแจงปกติ Anderson-Darling ดังนี้



รูปที่ 4.18 การทดสอบการแจกแจงปกติของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยใช้การทดสอบ Anderson-Darling

H_0 : อนุกรมเวลามีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติ

จากรูปที่ 4.18 จะได้ค่า P-Value = 0.944 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคืออนุกรมเวลาที่มีการแจกแจงปกติ

จึงทำการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลโดยใช้การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง ซึ่งเป็นการทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ โดยพิจารณาค่าสังเกตที่ห่างกัน 12 ช่วงเวลา ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ซึ่งจะทดสอบสมมติฐานดังนี้

รูปแบบบวก

$H_0: \rho_{12} = 0$

$H_1: \rho_{12} > 0$

จะได้ $r_{12} = 0.601 \geq \frac{Z_{0.05}}{\sqrt{84}} = 0.1795$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือมีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่ค่าอยู่ห่างกัน 12 ค่า นั่นคือ อนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

รูปแบบคูณ

$$H_0: \rho_{12} = 0$$

$$H_1: \rho_{12} > 0$$

จะได้ $r_{12} = 0.5621 \geq \frac{Z_{0.05}}{\sqrt{84}} = 0.1795$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือมีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่ค่าอยู่ห่างกัน 12 ค่า นั่นคือ อนุกรมเวลามีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

4.3.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

เนื่องจากอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการวิเคราะห์

4.3.1.1 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

การวิเคราะห์วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล ที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (หน่วย : คน) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จะได้สมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 1,315,674 + 7,456 \times t + \hat{S}_t^*(96)$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, t มีหน่วยเป็นเดือน)

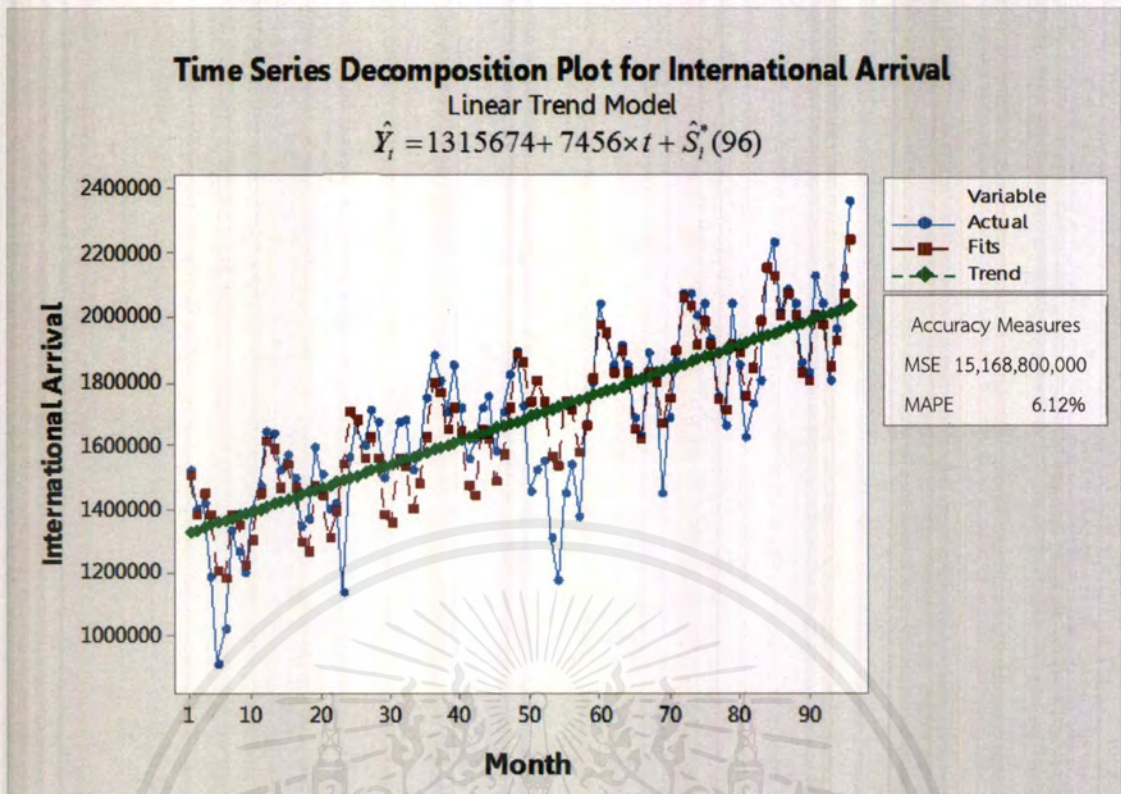
โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\hat{S}_1^*(96) = 174,569, \quad \hat{S}_2^*(96) = 45,766, \quad \hat{S}_3^*(96) = 107,645, \quad \hat{S}_4^*(96) = 30,271,$$

$$\hat{S}_5^*(96) = -152,271, \hat{S}_6^*(96) = -188,101, \hat{S}_7^*(96) = 9,289, \quad \hat{S}_8^*(96) = -26,216,$$

$$\hat{S}_9^*(96) = -166,888, \quad \hat{S}_{10}^*(96) = -91,166, \quad \hat{S}_{11}^*(96) = 49,131, \quad \hat{S}_{12}^*(96) = 207,971$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 7, 11 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 174,569, 45,766, 107,645, 30,271, 9,289, 49,131 และ 207,971 คน ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 8, 9 และ 10 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 152,271, 188,101, 26,216, 166,888 และ 91,166 คน ตามลำดับ



รูปที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก

จากรูปที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก ซึ่งมีแนวโน้มเป็นแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก ซึ่งจะได้ค่า $MSE = 15,168,800,000$

4.3.1.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

การวิเคราะห์วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นแบบเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล ที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งอนุกรมเวลาของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (หน่วย : คน) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จะได้สมการพยากรณ์ดังนี้

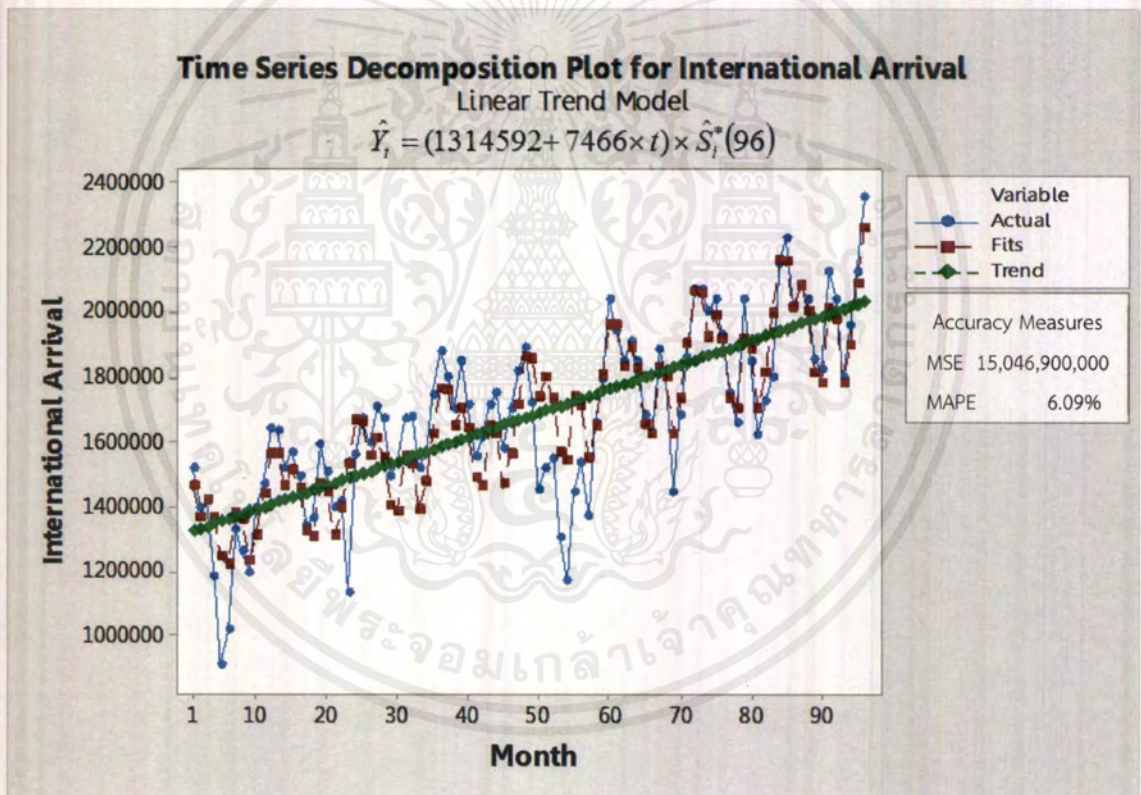
$$\hat{Y}_t = (1,314,592 + 7,466 \times t) \times \hat{S}_t^*(96)$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1^*(96) &= 1.1060, \hat{S}_2^*(96) = 1.0291, \hat{S}_3^*(96) = 1.0615, \hat{S}_4^*(96) = 1.0172, \\ \hat{S}_5^*(96) &= 0.9175, \hat{S}_6^*(96) = 0.8978, \hat{S}_7^*(96) = 1.0079, \hat{S}_8^*(96) = 0.9872, \\ \hat{S}_9^*(96) &= 0.8886, \hat{S}_{10}^*(96) = 0.9424, \hat{S}_{11}^*(96) = 1.0312, \hat{S}_{12}^*(96) = 1.1136 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 7, 11 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 10.60%, 2.91%, 6.15%, 1.72%, 0.79%, 3.12% และ 11.36% ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 8, 9 และ 10 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 8.25%, 10.22%, 1.28%, 11.14% และ 5.76% ตามลำดับ



รูปที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ

จากรูปที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ ซึ่งมีแนวโน้มเป็นแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ ซึ่งจะได้ค่า $MSE = 15,046,900,000$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

(Holt-Winters Exponential Smoothing Method)

4.3.2.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$, $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t = 85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha = 0.7468$, $\gamma = 0$ และ $\delta = 1$ ที่ทำให้ได้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ 7,562,497,341

ปี	t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{t+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	e_t
2560	85	2232445	2028156.69	8637	2036793.69	204288	2056216	216502
	86	2016658	2007251.52	8637	2015888.52	9406	2092122	-39558
	87	2083329	2009321.40	8637	2017958.40	74008	2020878	-8793
	88	2037939	2030699.16	8637	2039336.16	7240	1860674	17060
	89	1853640	2034082.88	8637	2042719.88	-180443	1830187	-7034
	90	1824627	2038567.06	8637	2047204.06	-213940	2106290	-5560
	91	2126928	2062616.02	8637	2071253.02	64312	2021398	20637
	92	2039240	2084576.91	8637	2093213.91	-45337	1840849	17841
	93	1800751	2063268.61	8637	2071905.61	-262518	2027731	-40098
	94	1960885	2021985.03	8637	2030622.03	-61100	2117968	-66846
	95	2124585	2035563.49	8637	2044200.49	89022	2338025	6616
	96	2357879	2059026.68	8637	2067663.68	298852	2271951	19853

จากตารางที่ 4.15 เขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{96,p}(96) = (2,059,026.68 + 8,637p) + \hat{S}_i(96) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, 3, \dots$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1(96) &= 204,288, \quad \hat{S}_2(96) = 9,406, \quad \hat{S}_3(96) = 74,008, \quad \hat{S}_4(96) = 7,240, \\ \hat{S}_5(96) &= -180,443, \quad \hat{S}_6(96) = -213,940, \quad \hat{S}_7(96) = 64,312, \quad \hat{S}_8(96) = -45,337, \\ \hat{S}_9(96) &= -262,518, \quad \hat{S}_{10}(96) = -61,100, \quad \hat{S}_{11}(96) = 89,022, \quad \hat{S}_{12}(96) = 298,852 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 7, 11 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 204,288, 9,406, 74,008, 7,240, 64,312, 89,022 และ 298,852 คน ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 8, 9 และ 10 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 180,443, 213,940, 45,337, 262,518 และ 61,100 คน ตามลำดับ

เนื่องจากผลรวมของค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงแปลงค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (2,057,675.68 + 8,637p) + \hat{S}_i(96) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, 3, \dots$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1^*(96) &= 205,639, \hat{S}_2^*(96) = 10,757, \hat{S}_3^*(96) = 75,358, \hat{S}_4^*(96) = 8,591, \\ \hat{S}_5^*(96) &= -179,092, \hat{S}_6^*(96) = -212,589, \hat{S}_7^*(96) = 65,663, \hat{S}_8^*(96) = -43,986, \\ \hat{S}_9^*(96) &= -261,167, \hat{S}_{10}^*(96) = -59,749, \hat{S}_{11}^*(96) = 90,372, \hat{S}_{12}^*(96) = 300,203 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 8, 11 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 205,639, 10,757, 75,358, 8,591, 65,663, 90,372 และ 300,203 คน ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 7, 9 และ 10 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 179,092, 212,589, 43,986, 261,167 และ 59,749 คน ตามลำดับ

4.3.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$, $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t=85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha=0.7955$, $\gamma=0$ และ $\delta=1$ ที่ทำให้ได้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ 7,420,760,405

ปี	t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{t+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	e_t
2560	85	2232445	1996533.99	9479	2006012.99	1.1182	2044917	197836
	86	2016658	1983960.61	9479	1993439.61	1.0165	2095111	-28259
	87	2083329	1984521.77	9479	1994000.77	1.0498	2003627	-11782
	88	2037939	2021164.43	9479	2030643.43	1.0083	1812895	34311
	89	1853640	2066948.49	9479	2076427.49	0.8968	1813803	40744
	90	1824627	2086284.05	9479	2095763.05	0.8746	2141394	10823
	91	2126928	2084500.15	9479	2093979.15	1.0204	2021664	-14466
	92	2039240	2108460.36	9479	2117939.36	0.9672	1798053	17575
	93	1800751	2120466.94	9479	2129945.94	0.8492	2065996	2697
	94	1960885	2043742.62	9479	2053221.62	0.9595	2155174	-105111
	95	2124585	2030039.25	9479	2039518.25	1.0466	2380175	-30589
	96	2357879	2024320.43	9479	2033799.43	1.1648	2274113	-22296

จากตารางที่ 4.16 เขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (2,024,320.43 + 9,479p) \times \hat{S}_i(96) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, 3, \dots$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\hat{S}_1(96) = 1.1182, \hat{S}_2(96) = 1.0165, \hat{S}_3(96) = 1.0498, \hat{S}_4(96) = 1.0083,$$

$$\hat{S}_5(96) = 0.8968, \hat{S}_6(96) = 0.8746, \hat{S}_7(96) = 1.0204, \hat{S}_8(96) = 0.9672,$$

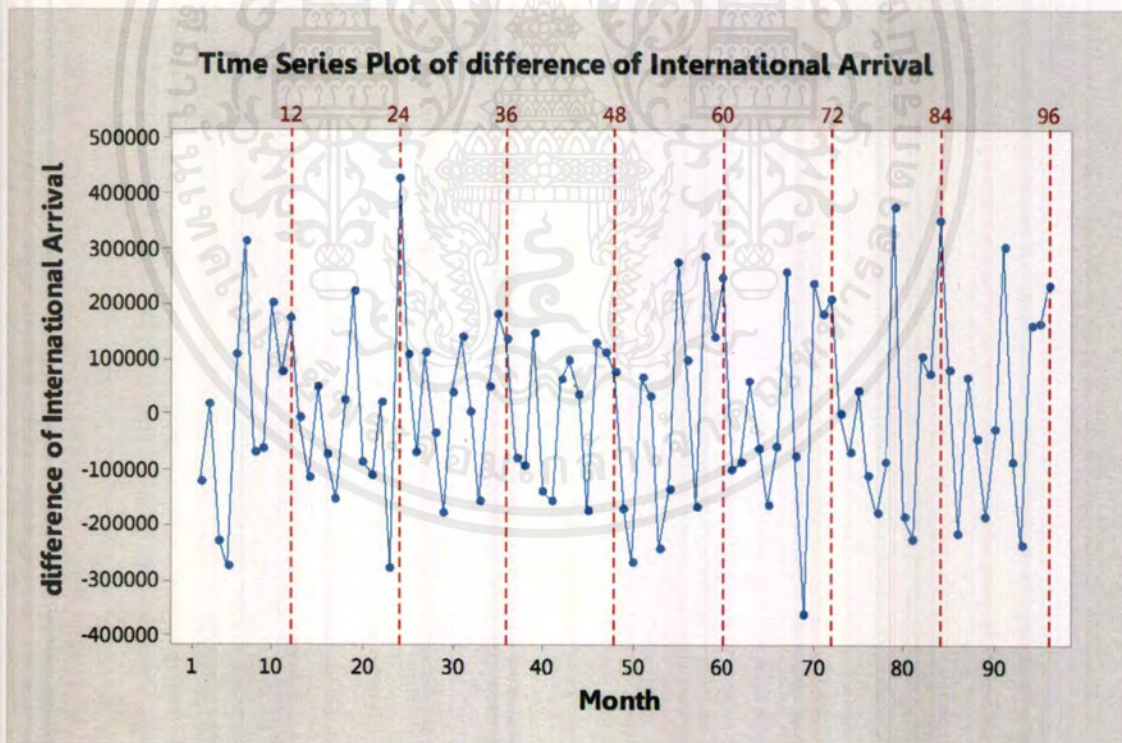
$$\hat{S}_9(96) = 0.8492, \hat{S}_{10}(96) = 0.9595, \hat{S}_{11}(96) = 1.0466, \hat{S}_{12}(96) = 1.1648$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 7, 11 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 11.82%, 1.65%, 4.98%, 0.83%, 2.04%, 4.66% และ 16.48% ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 8, 9 และ 10 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 10.32%, 12.54%, 3.28%, 15.08% และ 4.05% ตามลำดับ

4.3.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

จากรูปที่ 4.17 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารมีแนวโน้ม แต่อิทธิพลของฤดูกาลยังไม่ชัดเจน จึงทำการทดสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง สรุปว่าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

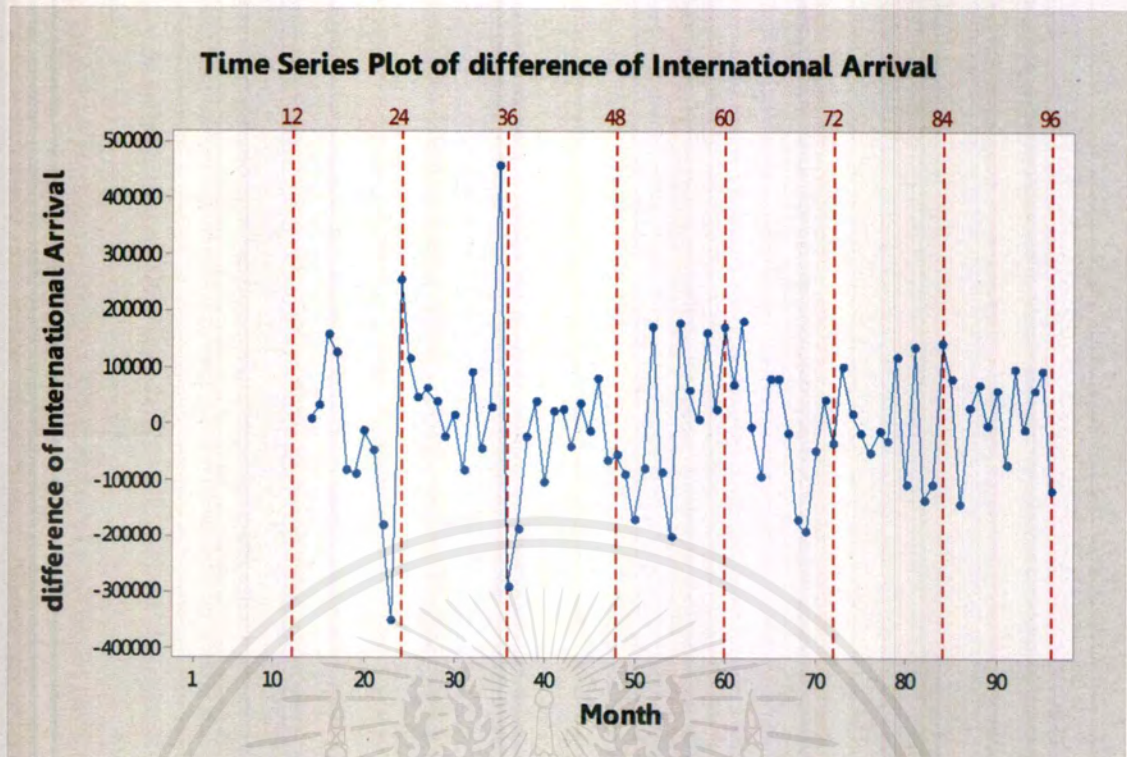
เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาเดิมให้เป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่เสถียรขึ้นนารีก่อน โดยการหาผลต่าง 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

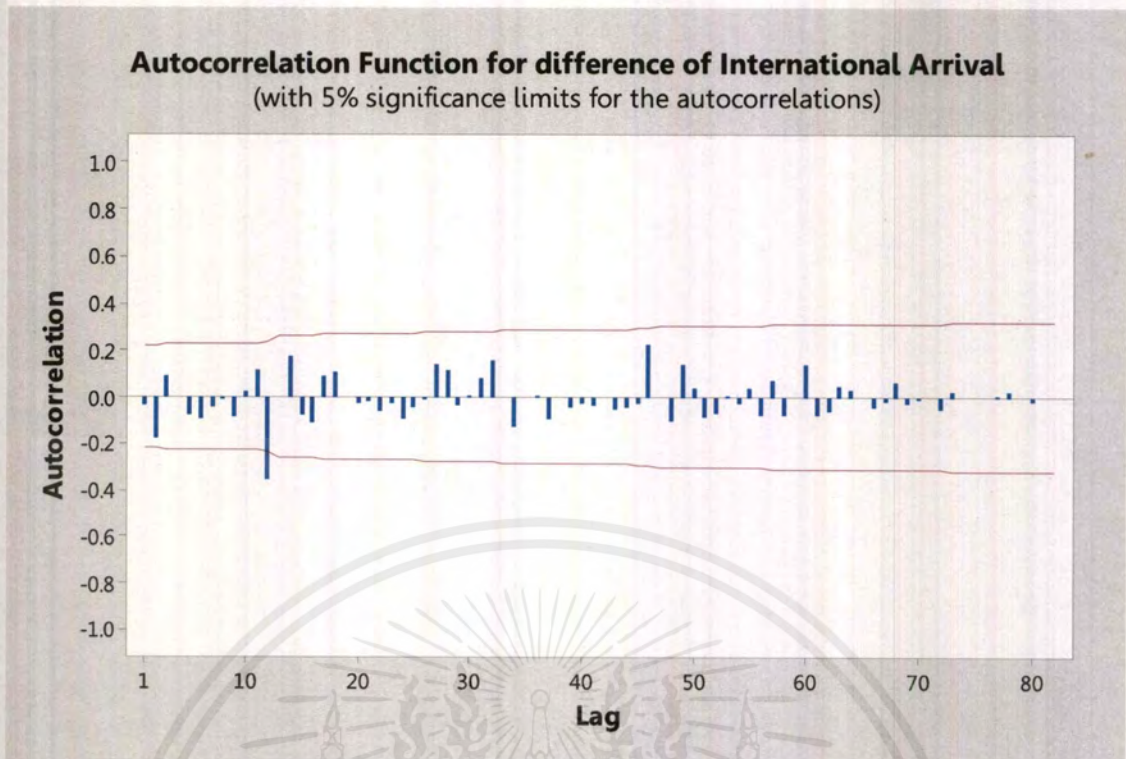
จากรูปที่ 4.21 จะพบว่าอนุกรมเวลายังมีอิทธิพลของฤดูกาลอยู่ เพื่อขจัดอิทธิพลของฤดูกาล จึงแปลงอนุกรมเวลาที่หาผลต่าง 1 ครั้ง โดยหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

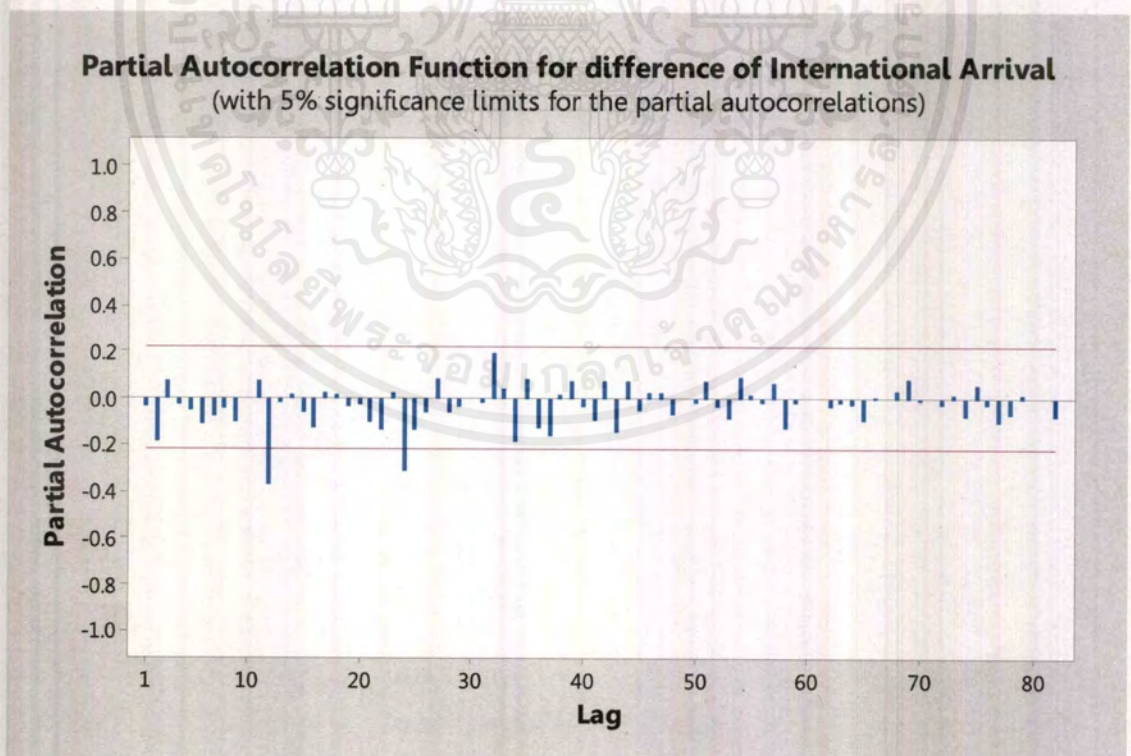


รูปที่ 4.22 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.22 จะพบว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารีแล้ว จึงนำอนุกรมเวลาชุดใหม่ไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ Autocorrelation (ACF) และ Partial Autocorrelation (PACF) ดังรูปที่ 4.23 และ รูปที่ 4.24



รูปที่ 4.23 คอเรลโรแกรม ACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ



รูปที่ 4.24 คอเรลโรแกรม PACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.23 และรูปที่ 4.24 พบว่าคอเรลโรแกรมของ ACF และ PACF มีค่าไม่แตกต่างจาก 0 ทุกค่า จะได้เป็น ARIMA(0,1,0) และเมื่อพิจารณาในส่วนของฤดูกาล จะพบว่า ACF cut off ที่ lag 12 และ PACF ที่ lag 12, 24,... ลดลงอย่างรวดเร็ว จะได้เป็น SARIMA(0,1,1)₁₂ ดังนั้นตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ คือ ARIMA(0,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂

ตารางที่ 4.17 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(0,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Statistic	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
$\hat{\theta}_{12}$	0.8515	0.0847	10.05	0.000

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \theta_{12} = 0$$

$$H_1 : \theta_{12} \neq 0$$

จากตารางที่ 4.17 จะได้ p-value = 0.000 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น θ_{12} มีค่าไม่เป็น 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า $\theta_{12} \neq 0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบคือ

$$\hat{\theta}_{12} = 0.8515$$

ตารางที่ 4.18 การทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อนของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	12.31	30.44	48.83	64.02
DF	11	23	35	47
P-Value	0.341	0.137	0.060	0.050

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ เป็นอิสระกันหรือไม่ ด้วยสถิติ Box-Ljung ตั้งสมมติฐานที่ lag 12 ได้ดังนี้

$$H_0 : \rho_1(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \text{ บางค่าไม่เท่ากับ } 0 \text{ สำหรับ } k = 1, 2, \dots, 12$$

จากตารางที่ 4.18 จะได้ lag ที่ 12 มีค่า p-value = 0.341 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 ดังนั้นแสดงว่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, ..., 12 มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 24, 36 และ 48

เนื่องจากตัวแบบที่หาได้โดยใช้วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ มีตัวแบบที่เหมาะสมหลายตัวแบบจึงใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาไคเคะ (AIC) เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมที่มีมากกว่า 1 ตัวแบบ โดยตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จะเป็นตัวแบบที่ให้ AIC ต่ำสุด

สามารถหาค่า AIC ของตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้า ระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ได้ดังนี้

$$1. \text{ARIMA}(1,1,1) \times \text{SARIMA}(0,1,1)_{12}$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n} = \frac{7.17 \times 10^{11}}{96} = 7.46 \times 10^9$$

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1) = 96 \log(7.46 \times 10^9) + 2(3+1) = 955.8105$$

$$2. \text{ARIMA}(0,1,0) \times \text{SARIMA}(0,1,1)_{12}$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n} = \frac{7.29 \times 10^{11}}{96} = 7.59 \times 10^9$$

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1) = 96 \log(7.59 \times 10^9) + 2(1+1) = 952.4975$$

$$3. \text{ARIMA}(1,1,2) \times \text{SARIMA}(0,1,1)_{12}$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n} = \frac{6.81 \times 10^{11}}{96} = 7.09 \times 10^9$$

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1) = 96 \log(7.09 \times 10^9) + 2(4+1) = 955.6660$$

$$4. \text{ARIMA}(0,1,0) \times \text{SARIMA}(1,1,0)_{12}$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n} = \frac{9.38 \times 10^{11}}{96} = 9.77 \times 10^9$$

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1) = 96 \log(9.77 \times 10^9) + 2(1+1) = 963.0249$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

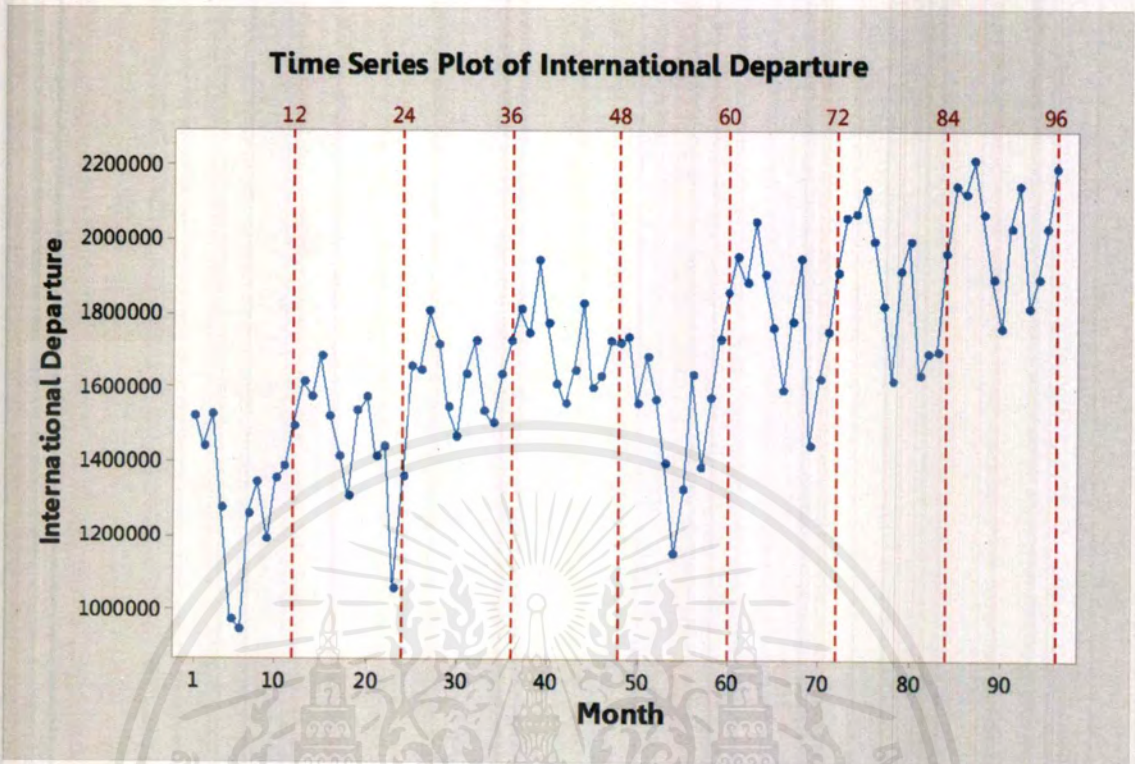
จากการเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมทั้งหมด พบว่าตัวแบบที่ให้ AIC ต่ำสุด คือ ARIMA(0,1,0)×SARIMA(0,1,1)₁₂ โดยมีค่า MSE=8,884,636,921

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

วิธีพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบบวก $\hat{Y}_t = 1,315,674 + 7,456 \times t + \hat{S}_t^*(96)$ -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบคูณ $\hat{Y}_t = (1,314,592 + 7,466 \times t) \times \hat{S}_t^*(96)$	15,168,800,000 15,046,900,000
2. วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก $\hat{Y}_{96+p}(96) = (2,057,675.68 + 8637p) + \hat{S}_t^*(96)$ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ $\hat{Y}_{96+p}(96) = (2,024,320.43 + 9,479p) \times \hat{S}_t^*(96)$	7,562,497,341 7,420,760,405
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $\hat{Y}_{96}(l) = \begin{cases} Y_{85} + Y_{96} - Y_{84} - 0.8515e_{85} & \text{เมื่อ } l = 1 \\ \hat{Y}_{96}(l-1) + Y_{84+l} - Y_{83+l} - 0.8515e_{84+l} & \text{เมื่อ } l \geq 2 \end{cases}$	8,884,636,921

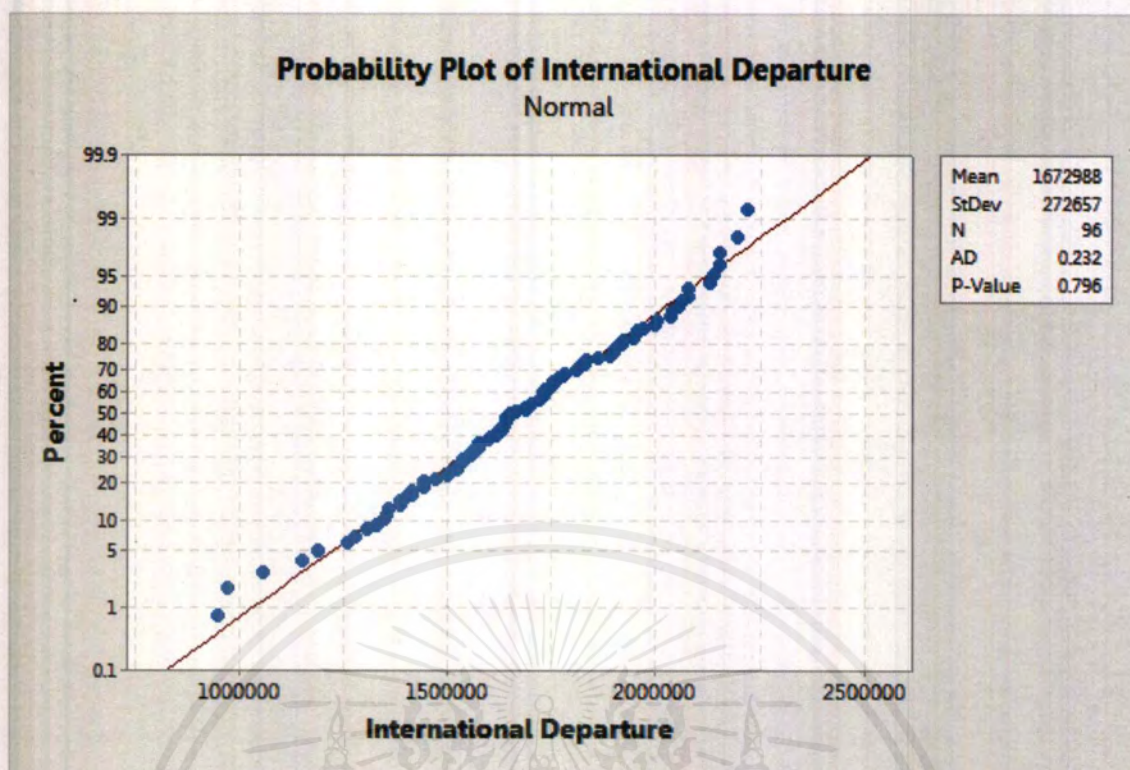
จากตารางที่ 4.19 พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ คือ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ซึ่งได้ค่า MSE ต่ำที่สุดคือ 7,420,760,405

4.4 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ



รูปที่ 4.25 ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

จากรูปที่ 4.25 จะเห็นได้ว่าจำนวนผู้โดยสารในแต่ละปีจะมีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้ม แต่อธิพลของฤดูกาลยังไม่ชัดเจน เพื่อเลือกวิธีในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลจึงนำอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ไปทดสอบการแจกแจงปกติ Anderson-Darling ดังนี้



รูปที่ 4.26 การทดสอบการแจกแจงปกติของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยใช้การทดสอบ Anderson-Darling

H_0 : อนุกรมเวลา มีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลา ไม่มีการแจกแจงปกติ

จากรูปที่ 4.26 จะได้ค่า P-Value = 0.796 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ อนุกรมเวลา มีการแจกแจงปกติ

จึงทำการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลโดยใช้การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง ซึ่งเป็นการทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ โดยพิจารณาค่าสังเกตที่ห่างกัน 12 ช่วงเวลา ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ซึ่งจะทดสอบสมมติฐานดังนี้

รูปแบบบวก

$H_0: \rho_{12} = 0$

$H_1: \rho_{12} > 0$

จะได้ $r_{12} = 0.474 \geq \frac{Z_{0.05}}{\sqrt{84}} = 0.1795$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือมีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่ค่าอยู่ห่างกัน 12 ค่า นั่นคือ อนุกรมเวลา มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบคูณ

$$H_0: \rho_{12} = 0$$

$$H_1: \rho_{12} > 0$$

จะได้ $r_{12} = 0.4382 \geq \frac{Z_{0.05}}{\sqrt{84}} = 0.1795$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือมีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่ค่าอยู่ห่างกัน 12 ค่า นั่นคือ อนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

4.4.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

เนื่องจากอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการวิเคราะห์

4.4.1.1 วิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

การวิเคราะห์วิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล ที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (หน่วย : คน) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จะได้สมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 1,311,759 + 7,448 \times t + \hat{S}_t^* (96)$$

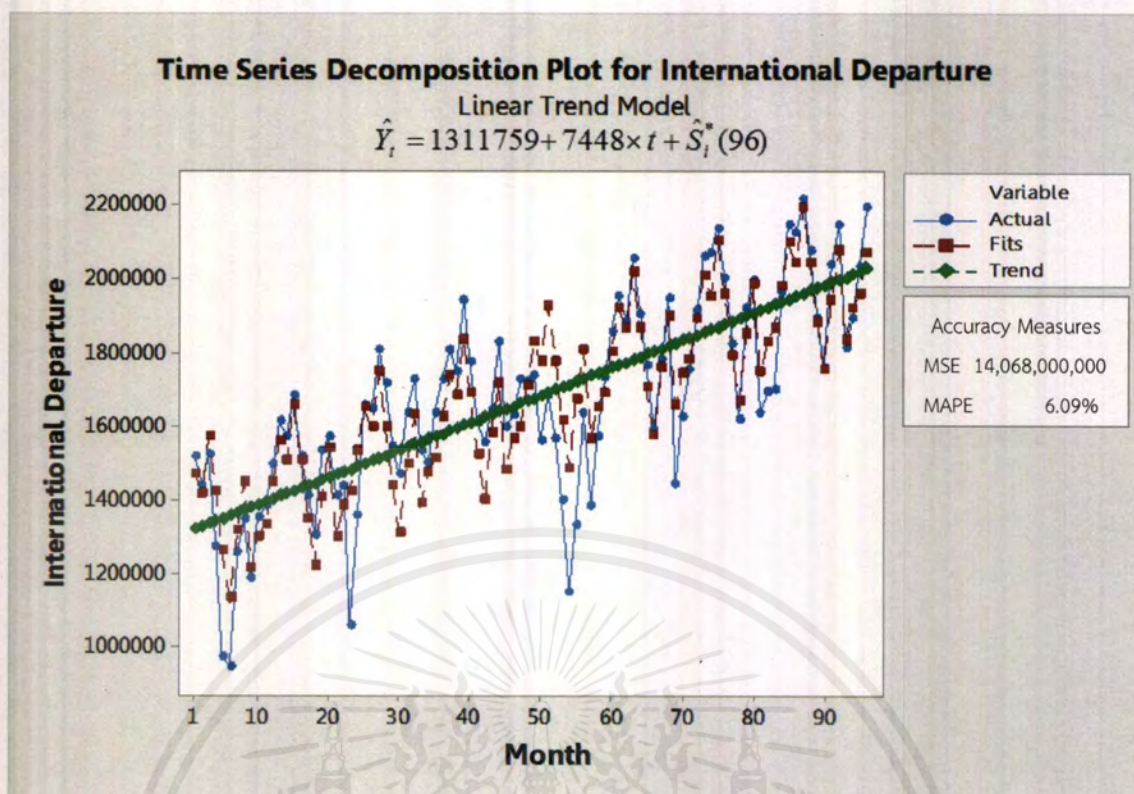
(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1^* (96) &= 153,246, & \hat{S}_2^* (96) &= 91,454, & \hat{S}_3^* (96) &= 235,732, & \hat{S}_4^* (96) &= 78,635, \\ \hat{S}_5^* (96) &= -90,995, & \hat{S}_6^* (96) &= -226,393, & \hat{S}_7^* (96) &= -47,966, & \hat{S}_8^* (96) &= 79,625, \\ \hat{S}_9^* (96) &= -168,025, & \hat{S}_{10}^* (96) &= -89,985, & \hat{S}_{11}^* (96) &= -60,600, & \hat{S}_{12}^* (96) &= 45,272 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 8 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 153,247, 91,454, 235,733, 78,635, 79,625 และ 45,272 คน ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 7, 9, 10 และ 11 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 90,995, 226,393, 47,966, 168,025, 89,985 และ 60,600 คน ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก

จากรูปที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก ซึ่งมีแนวโน้มเป็นแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก ซึ่งจะได้ค่า $MSE = 14,068,000,000$

4.4.1.2 วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบคูณ

การวิเคราะห์วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาล ที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งอนุกรมเวลาของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (หน่วย : คน) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จะได้สมการพยากรณ์ดังนี้

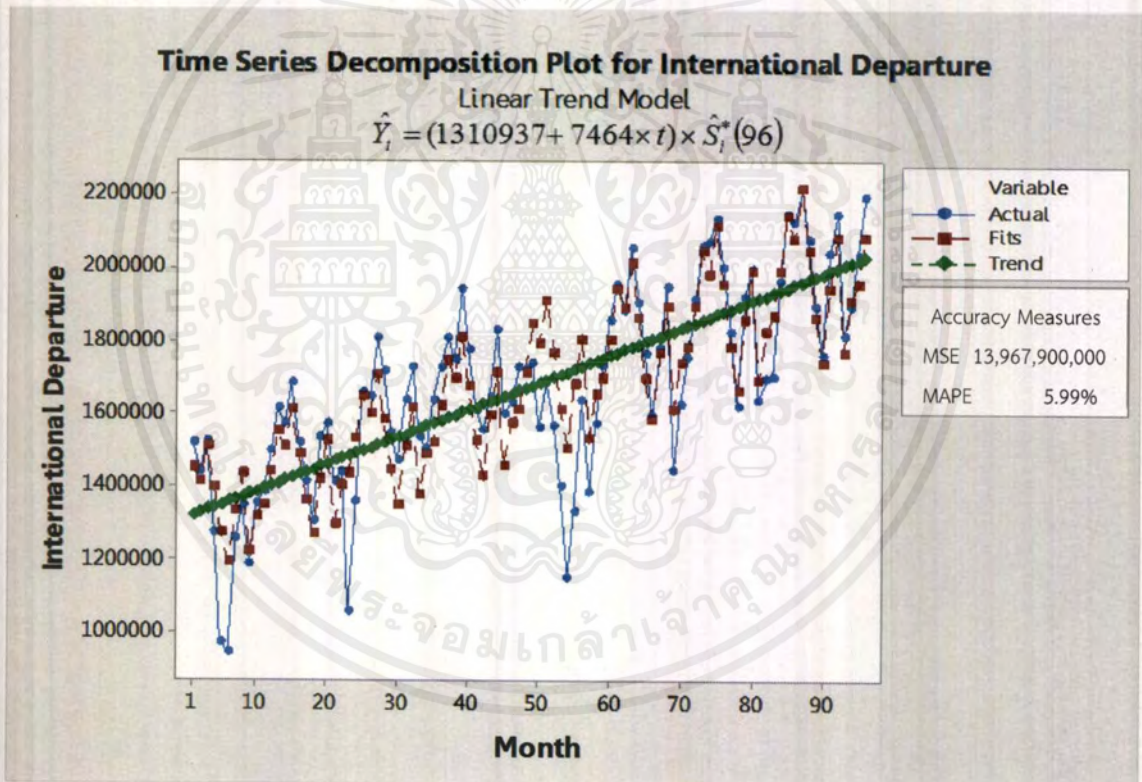
$$\hat{Y}_t = (1,310,937 + 7,464 \times t) \times \hat{S}_t^* (96)$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1^*(96) &= 1.1006, \hat{S}_2^*(96) = 1.0641, \hat{S}_3^*(96) = 1.1297, \hat{S}_4^*(96) = 1.0406, \\ \hat{S}_5^*(96) &= 0.9440, \hat{S}_6^*(96) = 0.8777, \hat{S}_7^*(96) = 0.9759, \hat{S}_8^*(96) = 1.0432, \\ \hat{S}_9^*(96) &= 0.8816, \hat{S}_{10}^*(96) = 0.9491, \hat{S}_{11}^*(96) = 0.9673, \hat{S}_{12}^*(96) = 1.0262 \end{aligned}$$

จากค่าอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 8 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออก ระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 10.06%, 6.41%, 12.97%, 4.06%, 4.32% และ 2.62% ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 7, 9, 10 และ 11 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 5.6%, 12.23%, 2.41%, 11.84%, 5.09% และ 3.27% ตามลำดับ



รูปที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ

จากรูปที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ ซึ่งมีแนวโน้มเป็นแบบเส้นตรง และอิทธิพลของฤดูกาลที่มีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ ซึ่งจะได้ค่า $MSE = 13,967,900,000$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

(Holt-Winters Exponential Smoothing Method)

4.4.2.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_i(t)$, $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t=85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha=0.7295$, $\gamma=0$ และ $\delta=1$ ที่ทำให้ได้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ 6,606,828,767

ปี	t	Y_t	$\hat{T}_i(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{i+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{i+1}(t)$	e_t
2560	85	2148919	1939989.74	8384	1948373	208929	2038140	151659
	86	2126787	2013040.36	8384	2021424	113747	2218833	88646
	87	2215825	2019229.76	8384	2027613	196595	2082902	-3008
	88	2074516	2021496.16	8384	2029880	53020	1917250	-8386
	89	1895877	2014288.15	8384	2022672	-118411	1755721	-21373
	90	1762401	2027544.50	8384	2035928	-265143	1995159	6679
	91	2038229	2067346.97	8384	2075730	-29118	2149976	43069
	92	2148673	2074780.41	8384	2083164	73893	1826331	-1303
	93	1816129	2075722.05	8384	2084106	-259593	1978915	-10202
	94	1896650	2024094.50	8384	2032478	-127444	2025816	-82265
	95	2033745	2038262.03	8384	2046646	-4517	2191501	7928
	96	2194862	2049097.80	8384	2057481	145764	2266411	3360

จากตารางที่ 4.20 เขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{96,p}(96) = (2,049,097.08 + 8,384p) + \hat{S}_i(96) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, 3, \dots$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1(96) &= 208,929, \hat{S}_2(96) = 113,747, \hat{S}_3(96) = 196,595, \hat{S}_4(96) = 53,020, \\ \hat{S}_5(96) &= -118,411, \hat{S}_6(96) = -265,143, \hat{S}_7(96) = -29,118, \hat{S}_8(96) = 73,893, \\ \hat{S}_9(96) &= -259,593, \hat{S}_{10}(96) = -127,444, \hat{S}_{11}(96) = -4,517, \hat{S}_{12}(96) = 145,764 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 8 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 208,929, 113,747, 196,595, 53,020, 73,893 และ 145,764 คน ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 7, 9, 10 และ 11 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 118,411, 265,143, 29,118, 259,593, 127,444 และ 4,517 คน ตามลำดับ

เนื่องจากผลรวมของค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงแปลงค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p} = (2,048,074.80 + 8,384p) + \hat{S}_i(96) \text{ สำหรับ } p = 1,2,3,\dots$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1^*(96) &= 209,953, \hat{S}_2^*(96) = 114,770, \hat{S}_3^*(96) = 197,619, \hat{S}_4^*(96) = 54,043, \\ \hat{S}_5^*(96) &= -117,388, \hat{S}_6^*(96) = -264,120, \hat{S}_7^*(96) = -28,095, \hat{S}_8^*(96) = 74,916, \\ \hat{S}_9^*(96) &= -258,570, \hat{S}_{10}^*(96) = -126,421, \hat{S}_{11}^*(96) = -3,494, \hat{S}_{12}^*(96) = 146,787 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 8 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 209,953, 114,770, 197,619, 54,043, 74,916 และ 146,787 คน ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 7, 9, 10 และ 11 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 117,388, 264,120, 28,095, 258,570, 126,421 และ 3,494 คน ตามลำดับ

4.4.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_i(t)$, $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ตัวอย่างการวิเคราะห์ตั้งแต่ $t = 85, 86, \dots, 96$ โดยกำหนดให้ค่า $\alpha = 0.7923$, $\gamma = 0$ และ $\delta = 1$ ที่ทำให้ได้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ 6,622,979,971

ปี	t	Y_t	$\hat{T}_i(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{i+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{i+1}(t)$	e_t
2560	85	2148919	1929511.25	8815	1938326	1.1137	2052527	124181
	86	2126787	1993891.82	8815	2002706	1.0667	2260407	74259
	87	2215825	1971409.22	8815	1980224	1.1240	2056922	-44582
	88	2074516	1993644.27	8815	2002459	1.0406	1876539	17593
	89	1895877	2018809.68	8815	2027624	0.9391	1718911	19337
	90	1762401	2068272.43	8815	2077087	0.8521	2002468	43489
	91	2038229	2106477.92	8815	2115292	0.9676	2185191	35760
	92	2148673	2087283.63	8815	2096098	1.0294	1787381	-36518
	93	1816129	2122810.35	8815	2131625	0.8555	2001506	28747
	94	1896650	2043141.53	8815	2051956	0.9283	2043587	-104856
	95	2033745	2044125.88	8815	2052940	0.9949	2203779	-9842
	96	2194862	2046358.98	8815	2055173	1.0726	2288871	-8917

จากตารางที่ 4.21 เขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (2,046,358.98 + 8,815p) \times \hat{S}_i(96) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, 3, \dots$$

(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

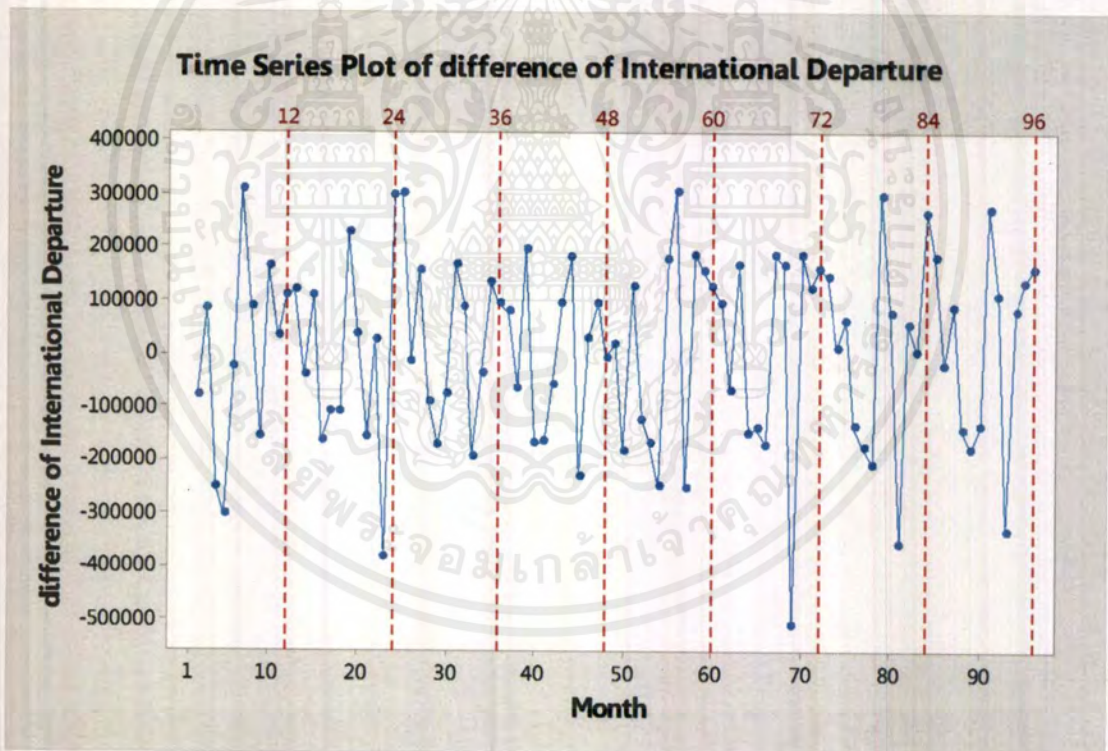
$$\begin{aligned} \hat{S}_1(96) &= 1.1137, \quad \hat{S}_2(96) = 1.0667, \quad \hat{S}_3(96) = 1.1240, \quad \hat{S}_4(96) = 1.0406, \\ \hat{S}_5(96) &= 0.9391, \quad \hat{S}_6(96) = 0.8521, \quad \hat{S}_7(96) = 0.9676, \quad \hat{S}_8(96) = 1.0294, \\ \hat{S}_9(96) &= 0.8555, \quad \hat{S}_{10}(96) = 0.9283, \quad \hat{S}_{11}(96) = 0.9949, \quad \hat{S}_{12}(96) = 1.0726 \end{aligned}$$

จากค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หมายความว่า ในเดือนที่ 1, 2, 3, 4, 8 และ 12 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าสูงกว่าปกติ 11.37%, 6.67%, 12.40%, 4.06%, 2.94% และ 7.26% ตามลำดับ สำหรับในเดือนที่ 5, 6, 7, 9, 10 และ 11 จะมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าต่ำกว่าปกติ 6.09%, 14.79%, 3.24%, 14.45%, 7.17% และ 0.51% ตามลำดับ

4.4.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

จากรูปที่ 4.25 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารมีแนวโน้ม แต่อิทธิพลของฤดูกาลยังไม่ชัดเจน จึงทำการทดสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง สรุปว่าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

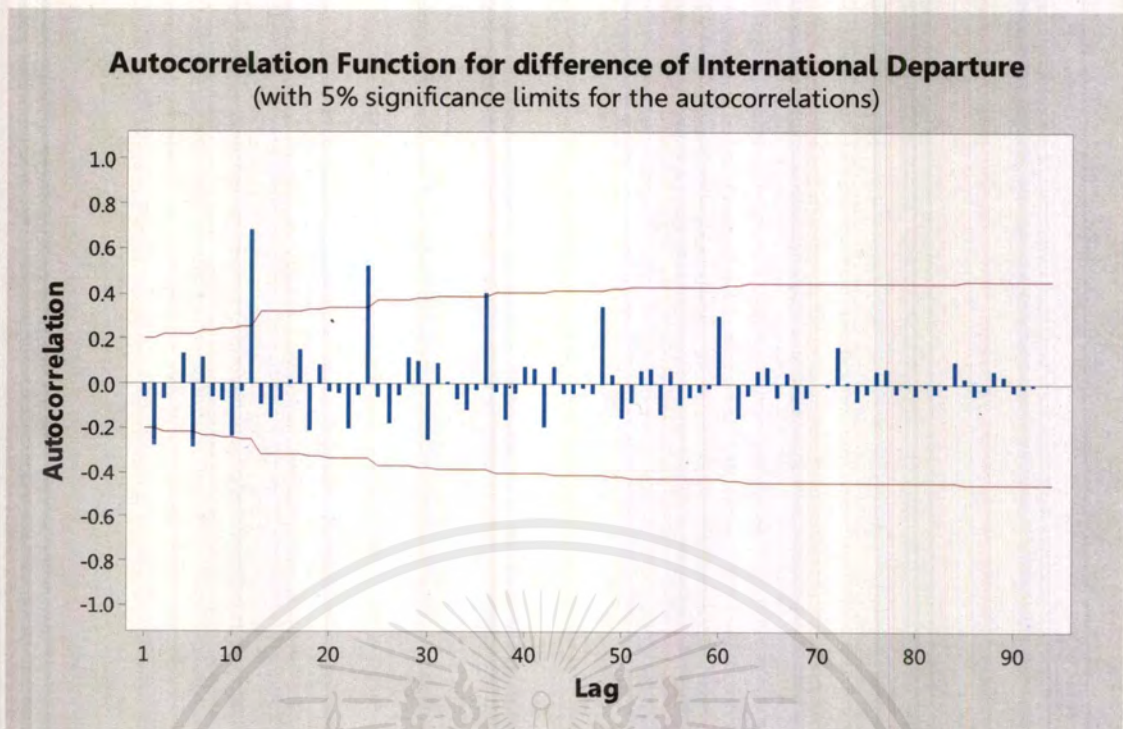
เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาเดิมให้เป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่เสถียรขึ้นารีก่อน โดยการหาผลต่าง 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.29



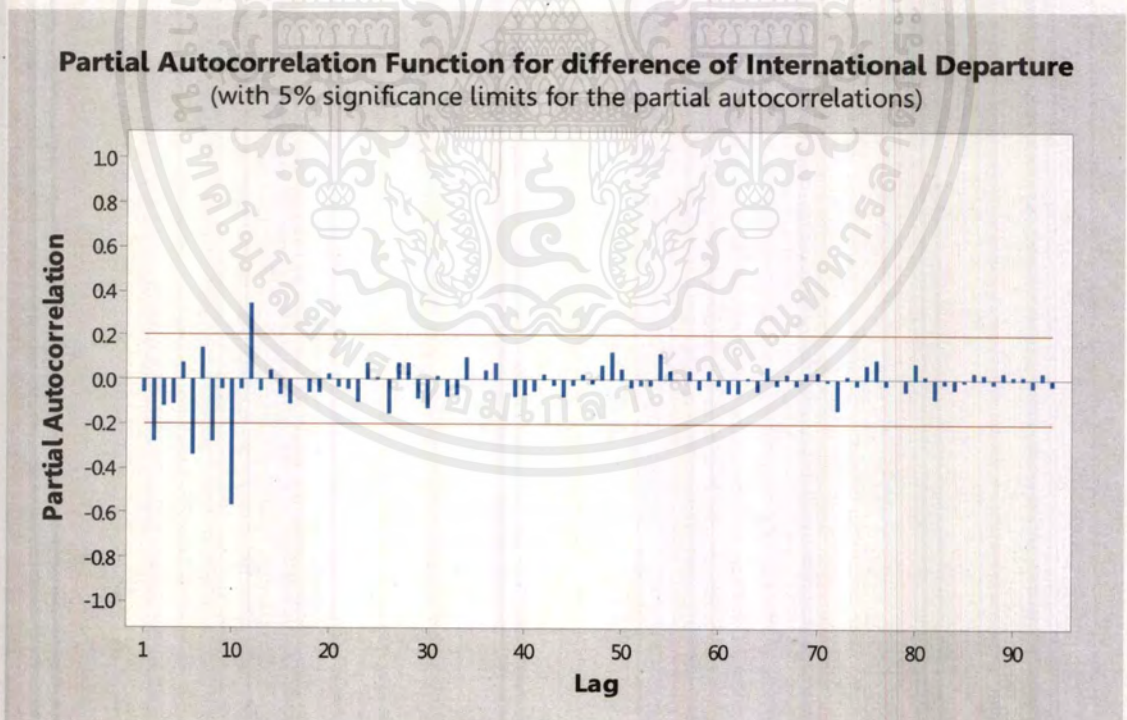
รูปที่ 4.29 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.29 จะพบว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่เสถียรขึ้นารีก่อนแล้ว จึงนำอนุกรมเวลาชุดใหม่ไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ Autocorrelation (ACF) และ Partial Autocorrelation (PACF) ดังรูปที่ 4.30 และ รูปที่ 4.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 คอเรลโรแกรม ACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ



รูปที่ 4.31 คอเรลโรแกรม PACF ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.30 และรูปที่ 4.31 พบว่าคอเรโลแกรมของ ACF ลดลงอย่างรวดเร็วใกล้ lag 2 และ PACF ลดลงอย่างรวดเร็วใกล้ lag 1 จะได้เป็น ARIMA(1,1,2) และเมื่อพิจารณาในส่วนของฤดูกาล จะพบว่า ACF ที่ lag 12, 24, 36,...,96 ลดลงอย่างรวดเร็ว และ PACF cut off ที่ lag 12 จะได้เป็น SARIMA(1,0,0)₁₂ ดังนั้นตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ คือ ARIMA(1,1,2) × SARIMA(1,0,0)₁₂

ตารางที่ 4.22 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,1,2) × SARIMA(1,0,0)₁₂ ของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Statistic	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
$\hat{\phi}_1$	-0.7522	0.0761	-9.88	0.000
$\hat{\phi}_{12}$	0.9079	0.0672	13.51	0.000
$\hat{\theta}_1$	-0.7972	0.0158	-50.58	0.000
$\hat{\theta}_2$	0.1766	0.0488	3.62	0.000

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$1. \quad H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

จากตารางที่ 4.22 จะได้ p-value = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น ϕ_1 มีค่าไม่เป็น 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

$$2. \quad H_0 : \phi_{12} = 0$$

$$H_1 : \phi_{12} \neq 0$$

จากตารางที่ 4.22 จะได้ p-value = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น ϕ_{12} มีค่าไม่เป็น 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

$$3. \quad H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

จากตารางที่ 4.22 จะได้ p-value = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น θ_1 มีค่าไม่เป็น 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

$$4. H_0 : \theta_2 = 0$$

$$H_1 : \theta_2 \neq 0$$

จากตารางที่ 4.22 จะได้ p-value = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้น θ_2 มีค่าไม่เป็น 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า $\phi_1, \phi_{12}, \theta_1$ และ $\theta_2 \neq 0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบคือ

$$\hat{\phi}_1 = -0.7522, \hat{\phi}_{12} = 0.9079, \hat{\theta}_1 = -0.7972, \hat{\theta}_2 = 0.1766$$

ตารางที่ 4.23 การทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อนของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	12.91	23.45	35.80	49.60
DF	8	20	32	44
P-Value	0.115	0.267	0.294	0.260

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ เป็นอิสระกันหรือไม่ ด้วยสถิติ Box-Ljung ตั้งสมมติฐานที่ lag 12 ได้ดังนี้

$$H_0 : \rho_1(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \text{ บางค่าไม่เท่ากับ } 0 \text{ สำหรับ } k = 1, 2, \dots, 12$$

จากตารางที่ 4.23 จะได้ lag ที่ 12 มีค่า p-value = 0.115 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 ดังนั้นแสดงว่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, ..., 12 มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 24, 36 และ 48

ตารางที่ 4.24 แสดงผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

วิธีพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบบวก $\hat{Y}_t = 1,311,759 + 7,448 \times t + \hat{S}_t^*(96)$ -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ รูปแบบคูณ $\hat{Y}_t = (1,310,937 + 7,464 \times t) \times \hat{S}_t^*(96)$	14,068,000,000 13,967,900,000
2. วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก $\hat{Y}_{96+p}(96) = (2,048,074.08 + 8,384p) + \hat{S}_t(96)$ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ $\hat{Y}_{96+p}(96) = (2,046,358.98 + 8,815p) \times \hat{S}_t(96)$	6,606,828,767 6,622,979,971
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $\hat{Y}_{96}(l) = \begin{cases} 0.2478Y_{96} - 0.7522Y_{95} + 0.9079Y_{85} - 0.2250Y_{84} \\ + 0.6830Y_{83} - 0.7972e_{96} - 0.1766e_{95} & \text{เมื่อ } l = 1 \\ 0.2478\hat{Y}_{96}(l-1) - 0.7522Y_{94+l} + 0.9079Y_{84+l} \\ - 0.2250Y_{83+l} + 0.6830Y_{82+l} - 0.7972e_{95+l} \\ - 0.1766e_{94+l} & \text{เมื่อ } l \geq 2 \end{cases}$	10,756,400,000

จากตารางที่ 4.24 พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ คือ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก ซึ่งได้ค่า MSE ต่ำที่สุดคือ 6,606,828,767

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี โดยวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าต่ำที่สุด เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศและระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

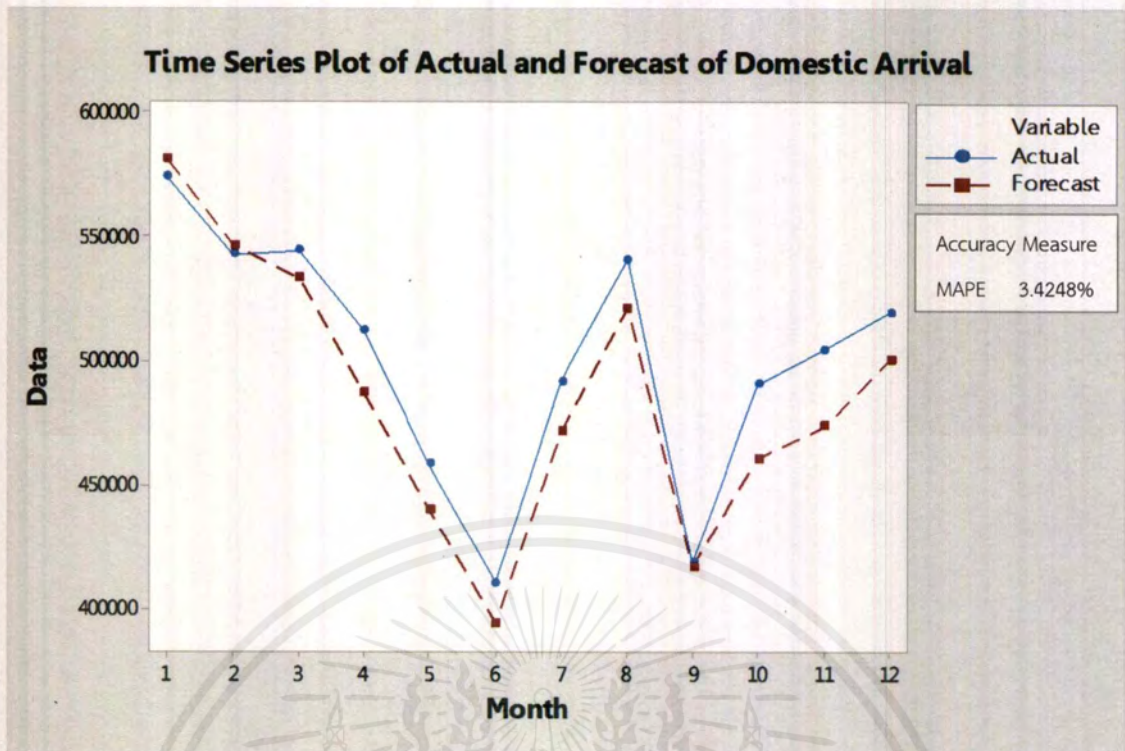
5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศ

การพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งได้ค่า MSE = 1,055,084,441 โดยมีตัวแบบพยากรณ์ คือ ARIMA(0,1,0)×SARIMA(0,1;1)₁₂ จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{96}(l) = \begin{cases} Y_{85} + Y_{96} - Y_{84} - 0.9001e_{85} & \text{เมื่อ } l=1 \\ \hat{Y}_{96}(l-1) + Y_{84+l} - Y_{83+l} - 0.9001e_{84+l} & \text{เมื่อ } l \geq 2 \end{cases}$$

จากสมการพยากรณ์ จึงทำการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า เป็นเวลา 12 เดือน และนำผลมาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่า (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561) ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศ และค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งมีค่า MAPE = 3.4248%

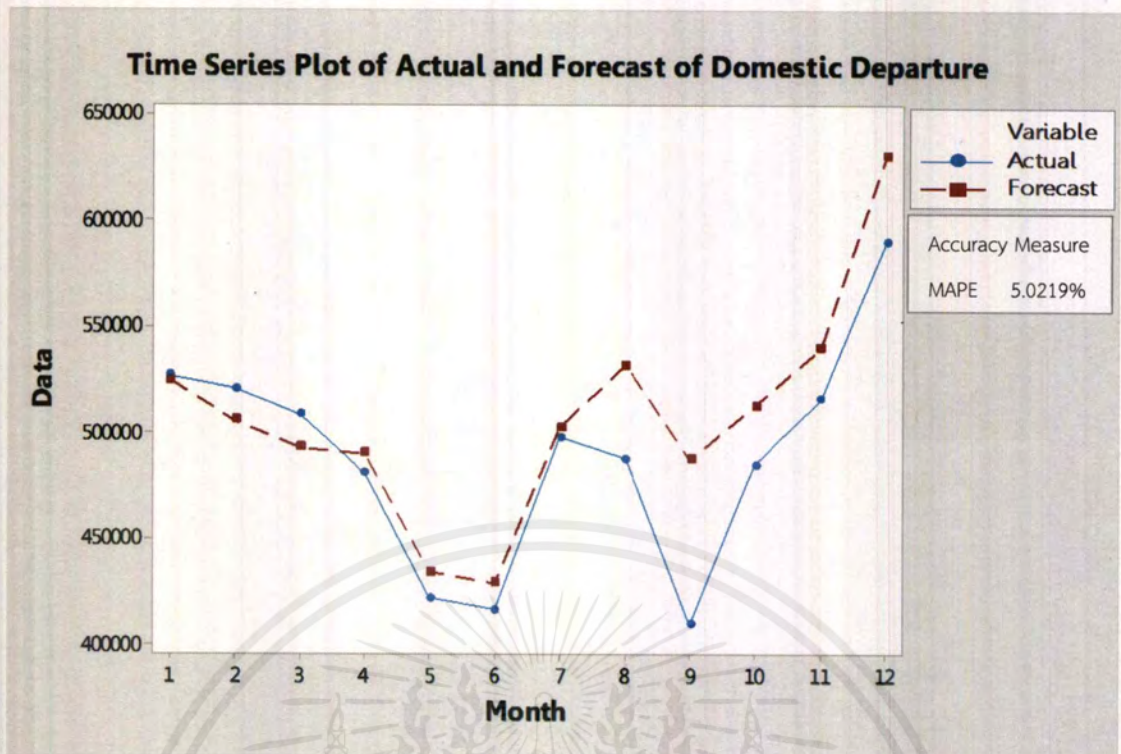
5.1.2 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางออกภายในประเทศ

การพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งได้ค่า MSE = 521,594,679 โดยมีตัวแบบพยากรณ์ คือ ARIMA(0,1,0) × SARIMA(1,1,3)₁₂ ร่วมกับค่าคงที่ จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{96}(l) = \begin{cases} Y_{85} + Y_{96} - Y_{84} - 0.505Y_{85} + 0.505Y_{73} + 0.505Y_{84} \\ - 0.505Y_{72} + 2297 - 0.66e_{85} - 0.856e_{73} + 0.699e_{61} & \text{เมื่อ } l = 1 \\ Y_{84+l} + \hat{Y}_{96}(l-1) - Y_{83+l} - 0.505Y_{84+l} + 0.505Y_{72+l} \\ + 0.505Y_{83+l} - 0.505Y_{71+l} + 2297 - 0.66e_{84+l} - 0.856e_{72+l} \\ + 0.699e_{60+l} & \text{เมื่อ } l \geq 2 \end{cases}$$

จากสมการพยากรณ์ จึงทำการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า เป็นเวลา 12 เดือน และนำผลมาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่า (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561) ดังรูปที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ และค่าพยากรณ์ โดยวิธี บ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งมีค่า MAPE = 5.0219%

5.1.3 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ

การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยมีค่าปรับน้ำหนัก คือ $\alpha = 0.7955$, $\gamma = 0$ และ $\delta = 1$ ซึ่งได้ค่า MSE = 7,420,760,405

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (2,024,320.43 + 9,479p) \times \hat{S}_i(96) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, 3, \dots$$

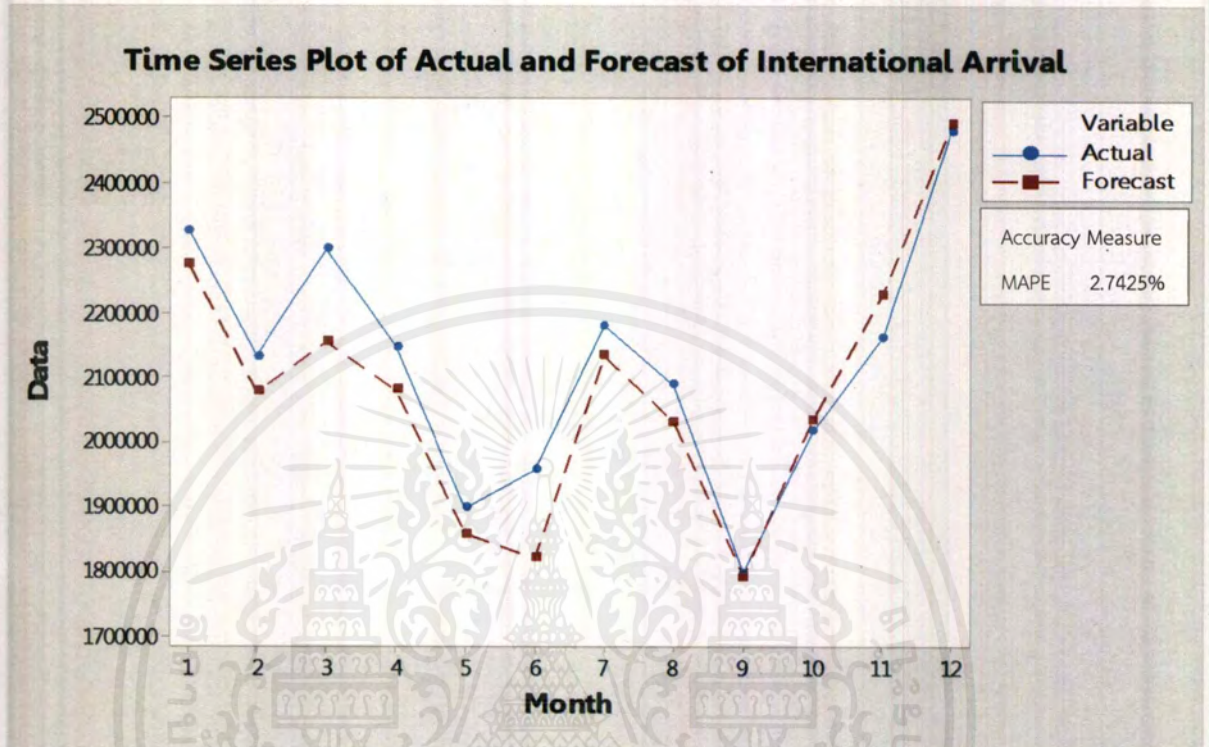
(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1(96) &= 1.1182, \hat{S}_2(96) = 1.0165, \hat{S}_3(96) = 1.0498, \hat{S}_4(96) = 1.0083, \\ \hat{S}_5(96) &= 0.8968, \hat{S}_6(96) = 0.8746, \hat{S}_7(96) = 1.0204, \hat{S}_8(96) = 0.9672, \\ \hat{S}_9(96) &= 0.8492, \hat{S}_{10}(96) = 0.9595, \hat{S}_{11}(96) = 1.0466, \hat{S}_{12}(96) = 1.1648 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการพยากรณ์ จึงทำการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า เป็นเวลา 12 เดือน และนำผลมาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่า (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561) ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ และค่าพยากรณ์ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ซึ่งมีค่า MAPE = 2.7425%

5.1.4 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ

การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยมีค่าปรับน้ำหนัก คือ $\alpha = 0.7295$, $\gamma = 0$ และ $\delta = 1$ ซึ่งได้ค่า MSE = 6,606,828,767

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (2,048,074.80 + 8,384p) + \hat{S}_i(96) \text{ สำหรับ } p = 1,2,3,\dots$$

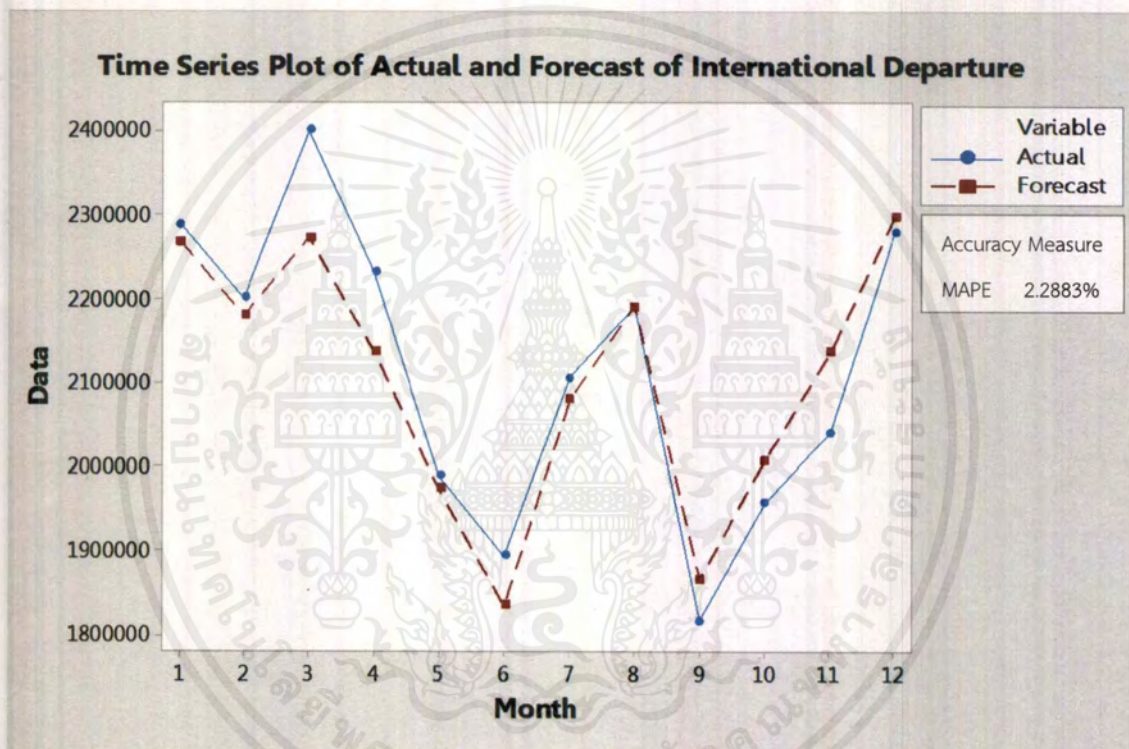
(จุดกำเนิด เดือนธันวาคม ปี 2552, p มีหน่วยเป็นเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{S}_1^*(96) &= 209,953, \hat{S}_2^*(96) = 114,770, \hat{S}_3^*(96) = 197,619, \hat{S}_4^*(96) = 54,043, \\ \hat{S}_5^*(96) &= -117,388, \hat{S}_6^*(96) = -264,120, \hat{S}_7^*(96) = -28,095, \hat{S}_8^*(96) = 74,916, \\ \hat{S}_9^*(96) &= -258,570, \hat{S}_{10}^*(96) = -126,421, \hat{S}_{11}^*(96) = -3,494, \hat{S}_{12}^*(96) = 146,787 \end{aligned}$$

จากสมการพยากรณ์ จึงทำการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า เป็นเวลา 12 เดือน และนำผลมาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่า (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561) ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 อนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ และค่าพยากรณ์ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก ซึ่งมีค่า MAPE = 2.2883%

5.2 สรุปผล

ประเภท	วิธีแยกส่วนประกอบโดยวิธีสัดส่วน กับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่		วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ โพลท์และวินเทอร์		วิธีบ็อกซ์ และเจนกินส์
	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ	รูปแบบบวก	รูปแบบคูณ	
ผู้โดยสารที่ เดินทางขาเข้า ภายในประเทศ	5,047,342,822	5,032,677,583	1,645,886,663	1,502,901,118	1,055,084,441
ผู้โดยสารที่ เดินทางขาออก ภายในประเทศ	4,970,080,106	4,921,187,634	1,556,367,174	1,443,237,666	521,594,679
ผู้โดยสารที่ เดินทางขาเข้า ระหว่างประเทศ	15,168,800,000	15,046,900,000	7,562,497,341	7,420,760,405	8,884,636,921
ผู้โดยสารที่ เดินทางขาออก ระหว่างประเทศ	14,068,000,000	13,967,900,000	6,606,828,767	6,622,979,971	10,756,400,000

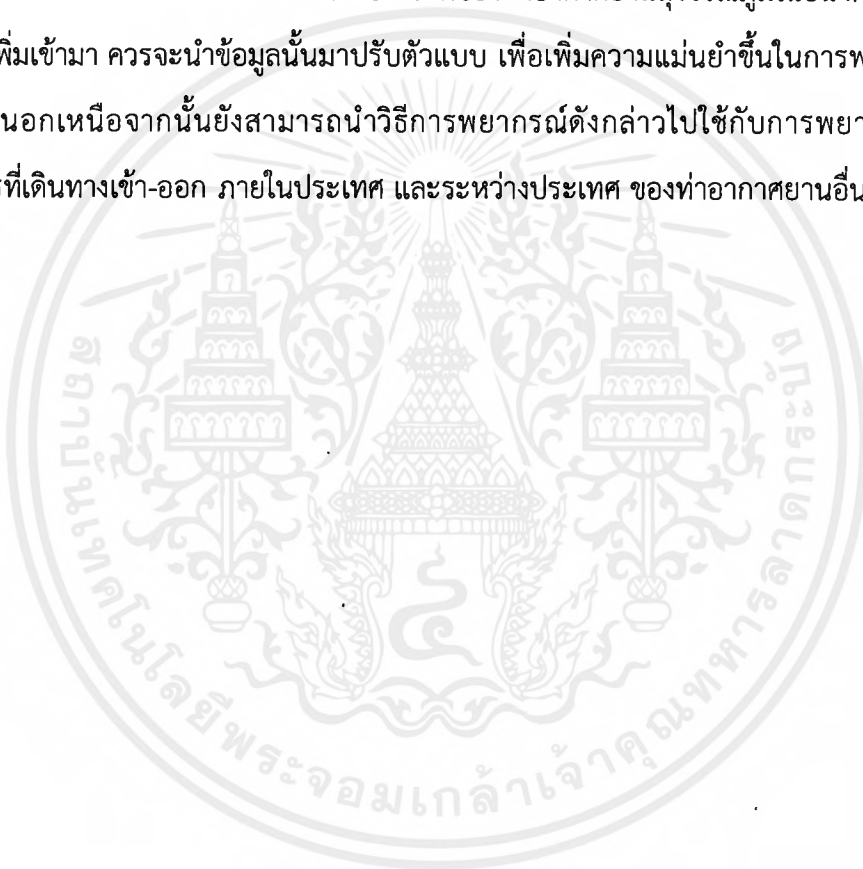
ตาราง 5.1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(MSE) ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี

จากตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้า และขาออก ภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่า MAPE เท่ากับ 3.4248% และ 5.0219% ตามลำดับ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโพลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้า ระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่า MAPE เท่ากับ 2.7425% และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโพลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออก ระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีค่า MAPE เท่ากับ 2.2883%

เนื่องจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเป็นท่าอากาศยานหลักของประเทศไทย รองรับเส้นทางการบินจากทุกมุมโลก และถือได้ว่าเป็นประตูสู่ประเทศไทย ดังนั้นจึงควรพัฒนาให้มีศักยภาพในการรองรับปริมาณผู้โดยสารที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นให้เพียงพอ เพื่อเพิ่มระดับความพึงพอใจให้กับผู้โดยสารที่มาใช้บริการ และก้าวเข้าสู่การเป็นสนามบินที่ดีที่สุดอันดับต้นๆของโลก

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศ และจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศ และจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกระหว่างประเทศ ซึ่งทั้งสองวิธีให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ยมีค่าน้อยกว่า 10% ซึ่งแสดงว่าค่าพยากรณ์มีความแม่นยำสูง จึงควรนำสมการการพยากรณ์ที่วิเคราะห์ได้ไปใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิในอนาคตได้ และเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเข้ามา ควรจะนำข้อมูลนั้นมาปรับตัวแบบ เพื่อเพิ่มความแม่นยำขึ้นในการพยากรณ์ค่าในอนาคต นอกเหนือจากนั้นยังสามารถนำวิธีการพยากรณ์ดังกล่าวไปใช้กับการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออก ภายในประเทศ และระหว่างประเทศ ของท่าอากาศยานอื่นๆ อีกด้วย



บรรณานุกรม

- [1] Airports of Thailand. 2561. **ลักษณะการประกอบธุรกิจ.**
[Online]. Available : <https://airportthai.co.th/th/เกี่ยวกับ-ทอท/ลักษณะการประกอบธุรกิจ/>
(สืบค้นเมื่อ วันที่ 7 ตุลาคม 2561)
- [2] Airports of Thailand. 2560. **Beyond The Boundary.**
[Online]. Available : <http://aot.listedcompany.com/misc/AR/20180103-aot-ar-2017-th.pdf> (สืบค้นเมื่อ วันที่ 7 ตุลาคม 2561)
- [3] Wikipedia. 2561. **ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.**
[Online]. Available : <https://th.wikipedia.org/wiki/ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ>
(สืบค้นเมื่อ วันที่ 7 ตุลาคม 2561)
- [4] บีบีซี นาวิกชน. 2561. **อันดับสนามบินที่ดีที่สุดในโลกประจำปี 2561.**
[Online]. Available : <https://www.bbc.com/thai/international-43496807>
(สืบค้นเมื่อ วันที่ 7 ตุลาคม 2561)
- [5] Thai PBS NEWS. 2556. **“วิกฤติ”สนามบินสุวรรณภูมิ.**
[Online]. Available : <https://news.thaipbs.or.th/content/136732>
(สืบค้นเมื่อ วันที่ 7 ตุลาคม 2561)
- [6] ประชาชาติธุรกิจ. 2561. **เร่งขยายสุวรรณภูมิ3แสนล้าน ลุยเต็ม2หมื่นไร่ขึ้นฮับอาเซียน.**
[Online]. Available : <https://www.prachachat.net/tourism/news-199218>
(สืบค้นเมื่อ วันที่ 7 ตุลาคม 2561)
- [7] อัญมณี ทะเสนฮต. 2552. **“การคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารทางอากาศระหว่างประเทศของประเทศไทย”.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [8] Bill McNeese. 2561. **การทดสอบ Anderson-darling.**
[Online]. Available : <https://www.spcforexcel.com/knowledge/basic-statistics/anderson-darling-test-for-normality> (สืบค้นเมื่อ วันที่ 11 มีนาคม 2562)
- [9] สมศรี บัณฑิตวิไล 2559. **เอกสารประกอบการเรียน วิชาอนุกรมเวลาและดัชนี.**
ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- [10] George, E.P. Gwilym, M. and Gregory, C. 1994.
Time Series Anaylysis : Forecasting & Control. 3th Edition. Englewood
Cliff : Prentice Hall

[11] Lewis C. 1982.

International and business Forecasting Methods. London: Butterworths

- [12] ณัฐนันท์ มุขมา , บุญอ้อม โฉมทิ และประสิทธิ์ พัยคณพงษ์. 2561. “การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวจีนที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย”. บทความวิจัย ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
- [13] ลักษณ์า เศษยะนันท์ ,สุณี ทวีสกุลวัชรระ,ยุพินกาญจนะศักดิ์ตา และบุญหญิง สมร่วง. 2557. “ การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยโดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการของวินเตอร์” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
- [14] ชูเกียรติ ผุดพรมราช. 2559. “ การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ที่มาเยือนประเทศไทย” งานวิจัยงบประมาณรายได้, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
- [15] นิตินัย รุ่งจินดารัตน์ ,นลินี พานสายตา. 2559. “ การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยโดยตัวแบบ SARIMA” วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี ปีที่10 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม-มิถุนายน 2559
- [16] รุ่งนภา ทิมรอด ,วีรยุทธ ลิ้มป์แสงศรี ,แสงระวี โชติวณิชxonันต์ และอดิเรก ชาญชาติรีรัตน์. 2559. “การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวจากประเทศรัสเซีย เยอรมัน ฝรั่งเศส สวีเดน อิตาลี เนเธอร์แลนด์ สวิตเซอร์แลนด์ และสเปน ที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย”. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 1 ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

เดือน	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561
มกราคม	551,954	546,241	800,250	417,017	441,262	423,927	476,750	577,425	573,894
กุมภาพันธ์	491,437	485,097	727,415	396,398	413,738	385,373	465,498	531,039	542,348
มีนาคม	495,867	487,369	623,667	417,360	404,011	400,773	449,887	516,751	544,044
เมษายน	411,043	430,186	574,265	373,807	377,450	379,843	400,461	477,372	511,742
พฤษภาคม	324,403	379,716	505,263	358,910	319,405	326,199	372,931	420,007	458,536
มิถุนายน	278,436	339,958	453,957	303,814	267,119	288,065	320,176	398,737	410,194
กรกฎาคม	372,751	438,593	484,994	355,320	332,971	355,914	413,996	477,560	491,941
สิงหาคม	417,504	473,526	562,623	419,383	393,118	420,131	451,339	519,514	540,324
กันยายน	345,325	387,551	437,149	365,406	271,380	295,631	338,172	405,752	418,550
ตุลาคม	418,187	462,369	335,232	357,147	327,562	357,762	407,059	474,497	490,612
พฤศจิกายน	414,187	590,840	350,494	355,892	307,453	362,184	417,528	458,871	504,345
ธันวาคม	440,071	658,882	363,671	355,708	332,705	378,258	450,899	481,419	519,284

ตารางภาคผนวก 2 ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกภายในประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

เดือน	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561
มกราคม	508,546	502,257	736,097	382,301	403,490	378,092	428,456	534,355	526,582
กุมภาพันธ์	479,117	461,143	697,623	377,202	374,174	376,105	440,737	489,385	520,416
มีนาคม	459,218	442,075	584,914	391,086	351,847	365,667	419,286	471,835	508,289
เมษายน	379,481	429,682	555,753	348,408	366,497	354,975	377,276	463,244	480,885
พฤษภาคม	299,522	349,825	479,722	328,751	286,594	305,886	347,711	392,559	421,491
มิถุนายน	283,575	351,060	460,679	312,284	266,493	289,978	327,480	401,340	415,863
กรกฎาคม	385,674	445,695	496,243	363,772	344,768	380,234	423,181	479,873	497,733
สิงหาคม	381,739	443,841	528,456	380,985	351,642	375,066	409,406	472,946	487,536
กันยายน	344,079	385,205	435,133	361,226	272,296	298,024	336,517	400,647	409,149
ตุลาคม	416,678	516,226	333,958	359,530	330,242	353,155	399,462	468,638	484,906
พฤศจิกายน	423,817	566,685	353,699	360,671	317,541	374,981	426,188	458,945	515,414
ธันวาคม	513,462	731,015	402,992	423,042	411,693	446,342	524,547	540,725	589,167

ตารางภาคผนวก 3 ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาเข้าระหว่างประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

เดือน	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561
มกราคม	1,519,488	1,634,911	1,669,678	1,801,152	1,723,193	1,941,757	2,073,332	2,232,445	2,326,987
กุมภาพันธ์	1,397,638	1,519,596	1,597,636	1,705,106	1,454,104	1,852,344	2,002,367	2,016,658	2,132,739
มีนาคม	1,414,916	1,569,195	1,708,266	1,852,253	1,518,974	1,910,311	2,042,855	2,083,329	2,297,714
เมษายน	1,184,241	1,496,381	1,674,283	1,712,427	1,550,542	1,848,454	1,929,402	2,037,939	2,146,994
พฤษภาคม	906,366	1,343,501	1,497,178	1,554,373	1,306,053	1,685,365	1,750,606	1,853,640	1,898,123
มิถุนายน	1,013,782	1,367,796	1,536,342	1,618,316	1,168,536	1,626,690	1,661,587	1,824,627	1,957,463
กรกฎาคม	1,328,000	1,591,377	1,674,991	1,715,405	1,443,740	1,884,253	2,037,371	2,126,928	2,180,411
สิงหาคม	1,258,030	1,505,196	1,678,314	1,751,349	1,539,300	1,807,065	1,852,295	2,039,240	2,088,279
กันยายน	1,195,308	1,392,959	1,519,247	1,577,492	1,371,242	1,445,347	1,625,912	1,800,751	1,796,960
ตุลาคม	1,395,423	1,412,258	1,567,482	1,704,479	1,658,012	1,683,756	1,729,038	1,960,885	2,016,761
พฤศจิกายน	1,470,471	1,134,099	1,746,827	1,816,759	1,795,750	1,863,169	1,800,366	2,124,585	2,162,095
ธันวาคม	1,642,589	1,561,776	1,881,218	1,893,862	2,042,478	2,073,054	2,151,662	2,357,879	2,478,505

ตารางภาคผนวก 4 ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางขาออกประเทศของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

เดือน	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561
มกราคม	1,520,428	1,613,869	1,659,490	1,810,252	1,739,809	1,954,061	2,062,991	2,148,919	2,287,164
กุมภาพันธ์	1,439,406	1,573,084	1,647,357	1,746,888	1,558,859	1,885,943	2,073,644	2,126,787	2,200,343
มีนาคม	1,525,032	1,684,527	1,806,442	1,944,358	1,686,766	2,053,500	2,136,671	2,215,825	2,399,714
เมษายน	1,273,970	1,520,462	1,717,023	1,776,439	1,564,770	1,905,940	2,000,734	2,074,516	2,230,457
พฤษภาคม	970,957	1,412,625	1,544,977	1,612,199	1,398,465	1,766,230	1,825,357	1,895,877	1,988,877
มิถุนายน	944,627	1,304,184	1,468,194	1,554,053	1,149,695	1,595,688	1,619,486	1,762,401	1,893,647
กรกฎาคม	1,256,857	1,534,409	1,636,752	1,648,695	1,328,898	1,780,992	1,920,352	2,038,229	2,105,389
สิงหาคม	1,343,958	1,570,590	1,726,363	1,830,121	1,636,079	1,950,167	1,997,128	2,148,673	2,190,344
กันยายน	1,187,077	1,413,025	1,535,169	1,599,488	1,385,058	1,442,077	1,638,722	1,816,129	1,816,160
ตุลาคม	1,351,581	1,439,679	1,500,434	1,630,514	1,572,733	1,627,550	1,695,132	1,896,650	1,956,051
พฤศจิกายน	1,383,280	1,056,330	1,635,309	1,726,568	1,731,003	1,752,934	1,698,705	2,033,745	2,040,045
ธันวาคม	1,494,395	1,356,971	1,729,367	1,720,304	1,859,040	1,915,160	1,965,827	2,194,862	2,277,344