

การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า
ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

FORECASTING THE EXPORT VALUES OF ELECTRIC
COOKING EQUIPMENT, ELECTRICAL APPLIANCE
COMPONENT AND HOUSEHOLD APPLIANCES



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2565

FORECASTING THE EXPORT VALUES OF ELECTRIC
COOKING EQUIPMENT, ELECTRICAL APPLIANCE
COMPONENT AND HOUSEHOLD APPLIANCES



A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE IN APPLIED STATISTICS
DEPARTMENT OF STATISTICS, SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACADEMIC YEAR 2022

หัวข้อปัญหาพิเศษ การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วน
เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ
Forecasting the Export Values of Electric Cooking Equipment,
Electrical Appliance Component and Household Appliances.

ชื่อนักศึกษา นางสาวณัฐนรี พรหมสมัย รหัสนักศึกษา 62050769
นางสาวสุชานันท์ สืบสิงห์ รหัสนักศึกษา 62050845
นางสาวสุวิมล เพิ่มพูน รหัสนักศึกษา 62050854

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา สถิติ
ปีการศึกษา 2565
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ประจำปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ประธานกรรมการ	
รศ.ดร.อัชฌา อระวีพร กรรมการ	
ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ก็ครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐนรี	พรหมสมัย	รหัสนักศึกษา 62050769
	นางสาวสุชานันท์	สีบสิงห์	รหัสนักศึกษา 62050845
	นางสาวสุวิมล	เพิ่มพูน	รหัสนักศึกษา 62050854
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
คณะ	วิทยาศาสตร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	2565		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล		

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยธนาคารแห่งประเทศไทย เป็นข้อมูลทุติยภูมิแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 รวมทั้งสิ้น 132 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 120 เดือน ใช้ในการหาตัวแบบพยากรณ์ ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 12 เดือน ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เทคนิคในการหาตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ เทคนิคการปรับให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) น้อยที่สุด เป็นเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม และใช้เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ในการแสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ในรูปแบบที่เป็นคำร้อยละ เพื่อบอกถึงประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของตัวแบบพยากรณ์

จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยมีเปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 16.6586% 16.5373% และ 31.6772% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสำคัญ: การพยากรณ์, มูลค่าการส่งออก, วิธีแยกส่วนประกอบ, เทคนิคการปรับให้เรียบ, วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์, ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Forecasting the Export Values of Electric Cooking Equipment, Electrical Appliance Component and Household Appliances.
Student	Miss Natnaree Phromsamai Student ID 62050769 Miss Suchanun Serbsing Student ID 620850845 Miss Suwimon Permpoon Student ID 62050854
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)
Department	Statistics
School	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Years	2022
Advisor	Asst.Prof.Dr. Somsri Banditvilai

Abstract

The purpose of this special problem was to find the suitable models for forecasting the export values of electric cooking equipment, electrical appliance component and household appliances. The data were taken from the Bank of Thailand. The secondary monthly data basic from January 2012 to December 2022, a total of 132 months, were divided into 2 sets. The first set from January 2012 to December 2021, a total of 120 months, was used for constructing the forecasting models. The second set from January 2022 to December 2022, a total of 12 months, was used for computing the accuracy of forecasting models. Decomposition method, Exponential Smoothing technique and Box-Jenkins method were employed to find the predictive models. The criteria used to select the appropriate forecasting model was Mean Square Error (MSE). The forecasting performance was measured by Mean Absolute Percentage Error (MAPE) to show the difference between actual values and forecasting values in percentage form.

Comparing the results of three forecasting methods, it was found that the appropriate method for forecasting the export value of electric cooking equipment, electrical appliance component and household appliances was Box-Jenkins method.

The MAPE were 16.6586% 16.5373% and 31.6772% respectively.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Keywords: Forecasting, Export Value, Decomposition Method, Smoothing Method, Box-Jenkins Method, Electrical appliance component



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้และมีความถูกต้องในส่วนเนื้อหาของเนื้อหา เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางต่าง ๆ รวมถึงเอกสารที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการตรวจทานงานวิจัยอย่างละเอียด และหาแนวทางการแก้ไขความบกพร่องต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีมาตลอด จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูง ณ ที่นี้จากใจจริง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. อัจฉมา อระวีพร และ ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ผู้ซึ่งเป็นคณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษที่ใช้คำชี้แนะ คำแนะนำ ให้ความรู้เพิ่มเติม ตลอดจนแก้ไขข้อผิดพลาดเพิ่มเติม ทำให้ปัญหาพิเศษนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์และบุคลากรภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้และคำแนะนำที่มีประโยชน์ รวมถึงให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว เพื่อน ๆ ทุกคน รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำปัญหาพิเศษชิ้นนี้ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และคอยช่วยเหลือเป็นอย่างดีจนทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ณัฐนรี

สุชานันท์

สุวิมล

พรหมสมัย

สีบสิงห์

เพิ่มพูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5. นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1. ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์	2
2.1.1. การทดสอบการแจกแจงปกติของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson-Darling: AD)	2
2.1.2. การทดสอบแนวมัวร์และอทธิพลฤดูกาล	5
2.1.2.1. ทดสอบแนวมัวร์แบบใช้พารามิเตอร์	5
2.1.2.2. ทดสอบแนวมัวร์แบบไม่ใช้พารามิเตอร์	6
2.1.2.3. ทดสอบอทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์	7
2.1.2.4. ทดสอบอทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์	7
2.1.3. การสร้างตัวแบบพยากรณ์.....	8
2.1.3.1. วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)	8
2.1.3.2. เทคนิคการปรับให้เรียบ (Smoothing Method)	13
2.1.3.3. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)	17
2.2. การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์.....	21
2.2.1. ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE).....	22
2.2.2. เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE).....	22
2.3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาใช้นาไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	5
3.1. ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล.....	5
3.2. ขั้นตอนการดำเนินงาน	5
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล.....	26
4.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า	26
4.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีแยกส่วนประกอบ	31
4.1.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก	32
4.1.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ	33
4.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยเทคนิคการปรับให้เรียบ	34
4.1.2.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวก	34
4.1.2.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบคูณ	37
4.1.3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	41
4.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า.....	49
4.2.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีแยกส่วนประกอบ.....	52
4.2.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	52
4.2.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	54
4.2.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยเทคนิคการปรับให้เรียบ. 56	56
4.2.2.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโพลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.2.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ	59
4.2.3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์	63
4.3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ.....	71
4.3.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีแยกส่วนประกอบ	74
4.3.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	74
4.3.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	76
4.3.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยเทคนิคการปรับให้เรียบ	78
4.3.2.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก	78
4.3.2.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ	81
4.3.3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	85
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ.....	29
5.1. สรุปผลการวิเคราะห์.....	29
5.1.1. อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า	29
5.1.2. อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า.....	94
5.1.3. อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ.....	96
5.2. ข้อเสนอแนะ	98
เอกสารอ้างอิง	99
ภาคผนวก	100
ภาคผนวก ก.....	101
ภาคผนวก ข.....	105
ภาคผนวก ค.....	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาควิชาการศึกษาระดับปริญญาโท คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อแบบสงวนเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มากรณาไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ง 126



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงรูปแบบของอนุกรมเวลาค่าประมาณของพารามิเตอร์ และสมการพยากรณ์ของวิธีเฉลี่ยแบบง่าย.....	10
2.2	ลักษณะของ $\rho_k(Y_t), \rho_k(Z_t), \rho_{kk}(Z_t)$ สำหรับรูปแบบ $ARIMA(p, d, q)$	19
2.3	ลักษณะของ $\rho_k(Z_t), \rho_{kk}(Z_t)$ สำหรับรูปแบบ $SARIMA(P, D, Q)$	19
4.1	จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α, δ และ ค่า MSE.....	35
4.2	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.5306$ และ $\delta = 0.711$	35
4.3	จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α, δ และ ค่า MSE.....	38
4.4	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.5186$ และ $\delta = 0.7577$	38
4.5	การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	45
4.6	การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน ของตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	46
4.7	ตารางเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีของอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า	48
4.8	ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก.....	53
4.9	ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	55
4.10	จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α, γ, δ และ ค่า MSE	57
4.11	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.4738, \delta = 0.7018$ และ $\gamma = 0.0131$	57
4.12	จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α, γ, δ และ ค่า MSE	60
4.13	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.4524, \gamma = 0.0089$ และ $\delta = 0.7162$	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$	67
4.15 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน ของตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$	68
4.16 ตารางเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีของอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า.....	70
4.17 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก.....	75
4.18 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ.....	77
4.19 จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α, γ, δ และ ค่า MSE	79
4.20 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.6244, \gamma = 0.0000$ และ $\delta = 1.0000$	79
4.21 จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α, γ, δ และ ค่า MSE	82
4.22 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.7056, \gamma = 0.0167$ และ $\delta = 0.7625$	82
4.23 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	88
4.24 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	89
4.25 ตารางเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ.....	91
5.1 สรุปผลวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหาร ที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ.....	97
ก1 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2565.....	102
ก2 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2565.....	103
เอกสารนี้เป็นเอกสารข้อมูลการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2565ของเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ข1	ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson-Darling).....	106
ข2	ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า.....	107
ข3	ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า.....	112
ข4	ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ.....	117
ค1	การคำนวณค่า MAPE ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	123
ค2	การคำนวณค่า MAPE ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	124
ค3	การคำนวณค่า MAPE ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	125
ง1	ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติมาตรฐาน.....	127
ง2	ตารางค่าวิกฤตการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไคสแควร์ (χ^2).....	128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
4.1	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า	26
4.2	การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า.....	29
4.3	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก	32
4.4	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ.....	33
4.5	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 12 ค่าแรก).....	37
4.6	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 12 ค่าแรก)	40
4.7	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า	41
4.8	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง.....	42
4.9	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และหาผลต่างอีก 1 ครั้ง.....	43
4.10	คอเรลโรแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ที่ได้จากการ หาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และหาผลต่างอีก 1 ครั้ง.....	44
4.11	คอเรลโรแกรมของ Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ที่ได้จากการ หาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และหาผลต่างอีก 1 ครั้ง.....	44
4.12	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	47
4.13	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า	49
4.14	การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า	50
4.15	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	53
4.16	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า	

เอกสารนี้เป็นเอกสารโดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.17 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 48 ค่าแรก).....	59
4.18 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 48 ค่าแรก).....	62
4.19 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า	63
4.20 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า เมื่อหาผลต่าง 1 ครั้ง.....	64
4.21 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า เมื่อหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง	64
4.22 คอเรลโรลแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง	65
4.23 คอเรลโรลแกรม Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง	66
4.24 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$	69
4.25 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ	71
4.26 การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ	72
4.27 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	75
4.28 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	77
4.29 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 24 ค่าแรก).....	81
4.30 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 36 ค่าแรก).....	84
4.31 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ	85
4.32 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ เมื่อหาผลต่าง 1 ครั้ง.....	86
4.33 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ เมื่อหาผลต่าง 1 ครั้ง ไม่ผ่านการทดสอบและหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง	86

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.34 คอเรลโรลแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ที่ได้จากการ หาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง.....	87
4.35 คอเรลโรลแกรม Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ที่ได้จากการ หาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง.....	88
4.36 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	90
5.1 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบที่ใช้ไฟฟ้า และค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	94
5.2 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	96
5.3 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ และค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โลกาภิวัตน์ทางเทคโนโลยีทำให้ชีวิตประจำวันของมนุษย์สะดวกขึ้นและเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับเครื่องใช้ไฟฟ้ากลายเป็นปัจจัยสำคัญที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน เครื่องใช้ไฟฟ้าถือเป็นตัวช่วยให้ความเป็นอยู่ของคนในบ้าน ชุมชน และสังคมมีความสะดวกสบายยิ่งขึ้น โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นเครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ ที่ต้องการ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานเสียง พลังงานกล และพลังงานเคมี ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทก็ จะมีความสามารถ ประโยชน์ และการใช้งานที่แตกต่างกัน (ทีโพสต์ไทยแลนด์, 2563)

อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากจะผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ ทดแทนการนำเข้าแล้วยังผลิตเพื่อส่งออกปีละหลายแสนล้านบาท และเป็นอุตสาหกรรมที่ได้รับการ ส่งเสริมการลงทุน ลักษณะรูปแบบการลงทุนมีทั้งเป็นของคนไทยโดยตรง มีการร่วมทุนกับต่างประเทศ และเป็นของต่างประเทศทั้งหมด สำหรับโรงงานที่เป็นของคนไทยส่วนใหญ่จะมีขนาดกลางและขนาดเล็ก ใช้เงินทุนไม่สูง ผลิตสินค้าภายใต้เครื่องหมายการค้าของตนเอง ส่วนโรงงานที่มีการร่วมทุนจาก ต่างประเทศหรือเป็นของต่างประเทศทั้งหมดมีขนาดใหญ่และขนาดกลาง ใช้เงินลงทุนจำนวนมาก ผลิตสินค้าภายใต้เครื่องหมายการค้าของบริษัทแม่ในต่างประเทศ เพื่อจำหน่ายตลาดภายในประเทศ และส่งออก หรือผลิตเพื่อส่งออกเพียงอย่างเดียว (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2565)

สถานการณ์การส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าปี 2564 มีมูลค่าส่งออกรวม 64,941.94 ล้านบาท คิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 11.06 ของมูลค่าการส่งออกรวมทั้งประเทศ ซึ่งขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.92 เมื่อ เทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อน การส่งออกไปยังตลาดหลักสหรัฐอเมริกาที่มีมูลค่าสูงที่สุด 12,637 ล้านบาท และมีอัตราขยายตัวเพิ่มขึ้น (36.82%) สถานการณ์การส่งออกโดยรวมของสินค้า เครื่องใช้ไฟฟ้าขยายตัวเพิ่มขึ้น (9.92%) เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อนที่จะได้รับผลกระทบ จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา (COVID-19) โดยแนวโน้มการส่งออกสินค้า เครื่องใช้ไฟฟ้าในปี 2564 ขยายตัวได้ดี เป็นผลจากการฟื้นตัวของเศรษฐกิจโลก นอกจากนี้สินค้า เครื่องใช้ไฟฟ้ายังคงเป็นที่ต้องการจากการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตของคนทั่วโลก (New Normal) โดยเฉพาะสินค้าเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ตลาดส่งออกที่สำคัญ 10 ประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา 19.46% ญี่ปุ่น 14.01% จีน 6.48% เวียดนาม 5.14% ออสเตรเลีย 4.42% มาเลเซีย 3.74% ฮ่องกง 3.62% สิงคโปร์ 2.92% อินเดีย 2.9% ไต้หวัน 2.55% และอื่น ๆ 35.02% (กรมส่งเสริมการค้า ระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์, 2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นสินค้าที่มีมูลค่าส่งออกสูงและเป็นหนึ่งในรายได้สำคัญของประเทศ ผู้จัดทำจึงเห็นความสำคัญในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ เพื่อนำผลการศึกษามาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนและตัดสินใจสำหรับผู้ผลิต ในหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องในการวางแผนการผลิตและส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เพียงพอต่อปริมาณความต้องการของตลาด

1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1. เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

1.2.2. เพื่อนำตัวแบบที่ได้มาใช้ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

1.3. ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลรายเดือนของมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ จากการเก็บรวบรวมของธนาคารแห่งประเทศไทย ระยะเวลา 11 ปี จำนวน 132 ค่า เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 โดยทำการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 120 ค่า ใช้สำหรับสร้างตัวแบบการพยากรณ์ ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 12 ค่า ใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบการพยากรณ์ โดยใช้วิธีในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ 1.) วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) 2.) เทคนิคการปรับให้เรียบ (Smoothing Method) 3.) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. ได้ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมของมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

1.4.2. สามารถนำตัวแบบที่ได้ไปใช้พยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ซึ่งผลที่ได้จากการพยากรณ์จะนำไปใช้ในการวางแผนการผลิต และการตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานด้านการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5. นิยามศัพท์เฉพาะ

อุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า หมายถึง เต้าไมโครเวฟ เต้าอบ หม้อหุงข้าว เต้าไฟฟ้า แหวนเตี๊อด และเต้าปิ้งย่าง (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566)

ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า หมายถึง จอภาพหลอดรังสีแคโทด ไดโอด หลอดดิสชาร์จ ด้ามโคมไฟ หลอดไมโครเวฟ วาล์วและท่ออื่น ๆ อุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์อื่น ๆ ผลึกเพียโซอิเล็กทริกส์ เครื่องฉายภาพ ชุดโคมไฟลำแสง ไทริสเตอร์ ไดแอก และไตรแอก หลอดอาร์กของหลอดอัลตราไวโอเล็ตหรืออินฟราเรด และอุปกรณ์กึ่งตัวนำอื่น ๆ (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566)

เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ หมายถึง ฝ้ายหมัไฟฟ้า ตัวต้านทานความร้อนไฟฟ้า เครื่องทำน้ำอุ่น เตาไรต์ เครื่องทำความร้อน เครื่องเป่าผม เครื่องปั่น ปัดตาเลี่ยน วิทยุ เครื่องโกนหนวด และเครื่องเล่นแผ่นเสียง (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัญหาพิเศษเรื่อง “การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ” คณะผู้จัดทำได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการพยากรณ์โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- 2.1. ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์
- 2.2. การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์
- 2.3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.1.1. การทดสอบการแจกแจงปกติของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson-Darling: AD)

การทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง เป็นวิธีที่ใช้ทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติหรือไม่ ขั้นตอนการคำนวณค่าเพื่อทดสอบการแจกแจงปกติด้วยวิธีแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson T.W. and Darling D.A., 1954) มีดังนี้

1. กำหนดสมมติฐาน
 H_0 : อนุกรมเวลามีการแจกแจงปกติ
 H_1 : อนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติ
2. กำหนดให้ข้อมูลที่เก็บได้เรียงจากน้อยไปมาก มีค่าเป็น $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ โดยที่ x_n มีค่ามากที่สุด
3. ตัวสถิติทดสอบ

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

เมื่อ $F_x(X_i)$ คือ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative probability Function) ของการแจกแจงที่คาดหวัง

x_i คือ ข้อมูลลำดับที่ i เมื่อเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

n คือ ขนาดตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังคำนวณค่าสถิติทดสอบ AD แล้วทำการปรับค่าตัวสถิติทดสอบเป็น AD^* สูตรในการปรับค่าตัวสถิติทดสอบจะขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่าง n การแจกแจงที่คาดหวัง และพารามิเตอร์ของการแจกแจงที่คาดหวัง กรณีการทดสอบการแจกแจงปกติของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง มีสูตรคำนวณ ดังนี้

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

4. 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 ค่าที่เปิดจากตารางค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ที่ระดับนัยสำคัญ α

โดยมีบริเวณวิกฤต คือ $AD^* \geq C_\alpha$

2.1.2. การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล

2.1.2.1. ทดสอบแนวโน้มแบบใช้พารามิเตอร์

การทดสอบบ็อกซ์-จุง (Box-Ljung Test) เป็นการทดสอบที่ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation Coefficient Function: ACF) ในช่วง k ต่าง ๆ เพื่อพิจารณาลักษณะของอนุกรมเวลา โดยจะทำการทดสอบค่า ACF หลาย ๆ ค่าพร้อมกัน (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) โดยขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

1. กำหนดสมมติฐาน

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_m = 0$$

H_1 : อย่างน้อยหนึ่ง ρ_k ที่ไม่เท่ากับ 0 เมื่อ $k = 1, 2, 3, \dots, m$

2. ตัวสถิติทดสอบ

$$Q'_m = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{n-k}$$

$$\text{โดยที่ } r_k = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

เมื่อ r_k คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ lag k

m คือ จำนวนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่จะทดสอบ

n คือ ขนาดอนุกรมเวลาทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

บริเวณวิกฤต คือ $Q'_m \geq \chi_{\alpha,m}^2$

โดย $\chi_{\alpha,m}^2$ ที่ m และ α เป็นค่าวิกฤตที่ได้จากตารางไคสแควร์ (Chi-square Table)

2.1.2.2. ทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบของแดนเนียล (Daniel's Test) เป็นการทดสอบแนวโน้มที่ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman: r_s) ซึ่งเป็นค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร แต่ละตัวแปรใช้ค่าแทนลำดับ (rank) ของค่าสังเกต หรือแปลงค่าสังเกตเป็นลำดับแล้ว กรณีที่อนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้นหรือลง ค่า r_s จะมีค่าเข้าใกล้ 1 หรือ -1 (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) มีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

1. กำหนดสมมติฐาน

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม

H_1 : อนุกรมเวลามีแนวโน้ม

2. ตัวสถิติทดสอบ

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{t=1}^n d_t^2}{n(n^2 - 1)}$$

$Y_t = t - R(Y_t)$ โดยที่ $R(Y_t)$ เป็นลำดับที่ของ Y_t

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

3.1. สำหรับอนุกรมเวลาขนาดเล็ก ($n < 30$)

บริเวณวิกฤต คือ $|r_s| \geq r_{\frac{\alpha}{2}}$

ซึ่ง $r_{\frac{\alpha}{2}}$ เป็นค่าวิกฤตที่ได้จากตารางสถิติ Critical Values of Spearman's Rho

3.2. สำหรับอนุกรมเวลาขนาดใหญ่ ($n \geq 30$)

ใช้ตัวสถิติทดสอบ

$$Z = \frac{r_s - \mu_{r_s}}{\sigma_{r_s}}$$

เมื่อ $\mu_{r_s} = 0$ และ $\sigma_{r_s} = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$ มีบริเวณวิกฤต คือ $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3. ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์

การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์ จะใช้การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ช่วง L เมื่อ L เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี นั่นคือ พิจารณาค่าสังเกตที่ห่างกัน L ช่วงเวลาว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ กรณีที่มีสหสัมพันธ์กันเชิงบวกแสดงว่าอนุกรมเวลานั้นมีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) มีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

1. กำหนดสมมติฐาน

$$H_0 : \rho_L = 0$$

$$H_1 : \rho_L > 0$$

2. ตัวสถิติทดสอบ

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

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

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

2.1.2.4. ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ จะใช้การทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis) เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ซึ่งนำมาปรับใช้ในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดสมมติฐาน

$$H_0 : \text{อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลฤดูกาล}$$

$$H_1 : \text{อนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลฤดูกาล}$$

- 1.1. สำหรับรูปแบบบวก

$$H_0 : S_1 = S_2 = S_3 = \dots = S_L = 0$$

$$H_1 : S_i \neq 0 \text{ สำหรับบางฤดูกาล เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, L$$

- 1.2. สำหรับรูปแบบคูณ

$$H_0 : S_1 = S_2 = S_3 = \dots = S_L = 1$$

$$H_1 : S_i \neq 1 \text{ สำหรับบางฤดูกาล เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, L$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัวสถิติทดสอบ

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

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

ซึ่ง n_i คือ จำนวนค่าสังเกตในฤดูกาลที่ i

L คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

Y'_t คือ ค่าสังเกตที่ปรับแนวโน้มแล้ว ณ เวลา t

R_i คือ ผลรวมของลำดับที่ของ Y'_t ในฤดูกาล i

ตัวสถิติ H มีการแจกแจงประมาณด้วยการแจกแจงไคสแควร์ที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ $L-1$

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

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

ซึ่ง $\chi^2_{\alpha, L-1}$ เป็นค่าวิกฤตที่ได้จากตารางไคสแควร์ (Chi-Square Table)

2.1.3. การสร้างตัวแบบพยากรณ์

2.1.3.1. วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการแยกส่วนประกอบนี้ จะทำการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกเป็นส่วนต่าง ๆ โดยมีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) ได้แก่

1. แนวโน้ม (Trend) หมายถึง การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาว ซึ่งอาจจะเป็นแนวโน้มขึ้นหรือลง (Upward Trend หรือ Downward Trend) แนวโน้มจะสะท้อนให้เห็นถึงความเจริญและความเสื่อมของเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของแนวโน้ม ได้แก่ แนวโน้มเส้นตรง (Linear Trend) แนวโน้มควอดราติก (Quadratic Trend) แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Trend) และแนวโน้มตัว S (S-shaped Trend) เป็นต้น

2. อิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Effect) หมายถึง การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีผลเนื่องมาจากฤดูกาล การเคลื่อนไหวจะเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีกในช่วงเวลาหนึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหนึ่งปี อนุกรมเวลาที่ใช้ในการพิจารณาอิทธิพลฤดูกาลมักเป็นอนุกรมเวลารายเดือนหรือรายไตรมาสที่มีการเก็บรวบรวมไว้อย่างน้อย 2 ปีขึ้นไป

3. อิทธิพลของวัฏจักร (Cyclical Effect) หมายถึง อนุกรมเวลาที่เกิดขึ้นซ้ำในระยะยาว การเคลื่อนไหวอาจแสดงอิทธิพลของวัฏจักรที่มีลักษณะคล้ายกับอิทธิพลฤดูกาล โดยวัฏจักรหนึ่งจะครอบคลุมระยะเวลาหลายปี แต่ช่วงที่มีการเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน วัฏจักรที่มักพบ ได้แก่ วัฏจักรเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธุรกิจ (Business Cycle) แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงรุ่งเรือง (Growth) ช่วงคงที่ (Maturity) และช่วงตกต่ำ (Decline)

4. เหตุการณ์ที่ผิดปกติ (Irregular Effect) หมายถึง การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเฉพาะส่วนที่ไม่มีแผนแบบที่แน่นอน เหตุการณ์ที่ผิดปกตินี้ส่วนใหญ่จะเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อนหรือไม่เกิดบ่อยครั้ง เช่น น้ำท่วม พายุ อุบัติเหตุ วิกฤติ สงคราม เป็นต้น ซึ่งการรวมกันของส่วนประกอบต่าง ๆ ของอนุกรมเวลาแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบบวก (Additive Model)

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

2. รูปแบบคูณ (Multiplicative Model)

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

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

ขั้นตอนในการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) มีดังนี้

1. จากอนุกรมเวลาที่เก็บรวบรวมมา พิจารณาการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้าง โดยพิจารณารูปที่แสดงการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาหากไม่ชัดเจน ให้ทำการทดสอบแนวโน้มและทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล

2. ถ้าอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม จะสร้างสมการแนวโน้มหรือหาค่าแนวโน้มโดยวิธีเฉลี่ยครั้งวิธีผลรวมบางส่วน หรือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในการเลือกใช้วิธีใดจะขึ้นอยู่กับชนิดของแนวโน้ม

3. ถ้าอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาล จะหาค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่าย (average percentage หรือ simple average method) ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในกรณีรูปแบบคูณ มักเรียกว่าดัชนีฤดูกาล เมื่อได้ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล หรือ ดัชนีฤดูกาล แล้วนำไปปรับออกจากอนุกรมเวลาเดิมจะได้อนุกรมเวลาใหม่เรียกว่าอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล (Deseasonalized series) หรืออนุกรมเวลาที่ไม่มีฤดูกาล โดยกรณีรูปแบบบวก จะทำการปรับฤดูกาลโดยนำอิทธิพลของฤดูกาลไปลบออกจากค่าสังเกต และกรณีรูปแบบคูณ จะทำการปรับฤดูกาลโดยนำดัชนีฤดูกาลไปหารออกจากค่าสังเกต

4. เมื่อปรับแนวโน้มออกจากอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล จะได้อนุกรมเวลาปรับแนวโน้มและฤดูกาล อนุกรมเวลาใหม่ที่ได้จะประกอบด้วยอิทธิพลของวัฏจักรและเหตุการณ์ที่ผิดปกติ เมื่อทำการ

เฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3, 5 หรือ 7 ช่วงเวลากับอนุกรมเวลาชุดใหม่ จะได้อนุกรมเวลาที่ปรับแนวโน้ม
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฤดูกาล และเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ถ้ามีอิทธิพลของวัฏจักรเข้ามาเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา จะใช้อุณหภูมิใหม่ในการพิจารณาอิทธิพลของวัฏจักร

5. สร้างกราฟของอนุกรมเวลาที่ได้อ่าสุดในขั้นตอนที่ 4 จากกราฟพิจารณาค่า ๆ ด้วยสายตาว่ามีวัฏจักรเข้ามาเกี่ยวข้องหรือไม่ ถ้ามีการเคลื่อนไหวของวัฏจักรเข้ามาเกี่ยวข้อง จะต้องพิจารณาต่อไปว่าแผนแบบวัฏจักร (Cyclical pattern) คงที่หรือไม่ และแต่ละวัฏจักรประกอบด้วยกี่ช่วงเวลา หากมีวัฏจักรจะทำการแยกวัฏจักรเช่นเดียวกับการแยกอิทธิพลของฤดูกาล

6. การพยากรณ์จะได้จากการรวบรวมผลการวิเคราะห์ที่ทำในขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5 และข้อมูลประกอบอื่น ๆ

ในการศึกษาครั้งนี้ อนุกรมเวลาที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ มีทั้งอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลฤดูกาลอย่างเดียว จะใช้วิธีเฉลี่ยแบบง่าย และอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จะใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวกและรูปแบบคูณในการหาตัวแบบพยากรณ์

2.1.3.1.1. วิธีเฉลี่ยแบบง่าย (Average percentage)

วิธีเฉลี่ยแบบง่ายจะใช้เมื่ออนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม มีอิทธิพลฤดูกาลเพียงอย่างเดียว นั่นคือ มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากฤดูกาลอยู่รอบเส้นแกนนอน ในแต่ละปีการเคลื่อนไหวจะมีแผนแบบฤดูกาลที่ไม่ต่างกัน (Constant seasonal pattern)

ตารางที่ 2.1 แสดงรูปแบบของอนุกรมเวลาค่าประมาณของพารามิเตอร์ และสมการพยากรณ์ของวิธีเฉลี่ยแบบง่าย

ลักษณะ	รูปแบบ	ค่าประมาณ	สมการพยากรณ์
บวก	$Y_t = \beta_0 + S_t + \varepsilon_t$	$\hat{\beta}_0 = \bar{Y}$ $\hat{S}_i = \bar{Y}_i - \bar{Y}$ เมื่อ \bar{Y} เป็นค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา \bar{Y}_i เป็นค่าเฉลี่ยของฤดูกาล i	$\hat{Y}_{n+p} = \hat{\beta}_0 + \hat{S}_i$ เมื่อเวลา $t = n + p$ อยู่ในฤดูกาลที่ i
คูณ	$Y_t = \beta_0 \times S_t \times \varepsilon_t$	$\hat{\beta}_0 = \bar{Y}$ $\hat{S}_i = \frac{\bar{Y}_i}{\bar{Y}}$	$\hat{Y}_{n+p} = \hat{\beta}_0 \times \hat{S}_i$

2.1.3.1.2. วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

การสร้างสมการพยากรณ์จะได้จากการสร้างสมการแนวโน้มและหาค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) ซึ่งจะได้ทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ปรับอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ด้วยค่าแนวโน้มที่ได้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ กรณีนี้เป็นอนุกรมเวลารายเดือน จะทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ centered 12 month จากอนุกรมเวลาใหม่ที่ได้เอกสารนี้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ $\{MA_t\}$ จะนำไปปรับแนวโน้มออก ซึ่งการปรับจะทำได้โดยการหัก $\{MA_t\}$ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกจากอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ จะได้อนุกรมเวลาใหม่ $\{Y_t - MA_t\}$ หรือ $\{\hat{S}_t + \hat{\varepsilon}_t\}$ ซึ่งอนุกรมเวลาที่ใหม่จะมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากอิทธิพลฤดูกาลและเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

2. หาค่าวัตอิทธิพลฤดูกาล จากการหาค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 แยกตามฤดูกาล ค่าวัตอิทธิพลฤดูกาลที่ได้ (\hat{S}_i) มักจะมีผลรวมไม่เป็น 0 การปรับค่าวัตอิทธิพลฤดูกาลให้มีผลรวมเป็น 0 จะทำได้โดยการนำค่าเฉลี่ยของค่าวัตอิทธิพลฤดูกาลเดิมมาลบออก คือ $\hat{S}_i^* = \hat{S}_i - \bar{S}$ ที่มี $\sum_{i=1}^L \hat{S}_i^* = 0$

3. หาอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล โดยนำค่าวัตอิทธิพลของฤดูกาลที่ได้ในขั้นตอนที่ 2 ไปหักออกจากค่าสังเกตของอนุกรมเวลาเดิม นำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้ม โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อนำอนุกรมเวลาไปสร้างสมการแนวโน้มเส้นตรงเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1 t$ จะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = b_0 + b_1 t + \hat{S}_i^*$ หรือนำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มควอดราติกเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2$ และจะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + \hat{S}_i^*$ หรือนำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลเป็น $\hat{T}_t = b_0 b_1^t$ จะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = b_0 b_1^t + \hat{S}_i^*$

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1 t + \hat{S}_i^*$$

เมื่อ b_0 คือ ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
 b_1 คือ ค่าประมาณความชัน (Slope) ของเส้นแนวโน้ม
 \hat{S}_i^* คือ ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + \hat{S}_i^*$$

เมื่อ b_0 คือ ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
 b_1 คือ ค่าประมาณความชัน (Slope) ของเส้นแนวโน้ม
 b_2 คือ ค่าประมาณสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ณ เวลา t
 \hat{S}_i^* คือ ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบบวกจะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = b_0 b_1^t + \hat{S}_i^*$$

เมื่อ	b_0	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
	b_1	คือ	ค่าประมาณสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ณ เวลา t
	\hat{S}_i^*	คือ	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

2.1.3.1.3. วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

การสร้างสมการพยากรณ์จะได้จากการสร้างสมการแนวโน้มและหาค่าดัชนีฤดูกาล (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) ซึ่งจะได้ทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ปรับอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ด้วยค่าแนวโน้มที่ได้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ กรณีนี้เป็นอนุกรมเวลารายเดือน จะทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ centered 12 month จากอนุกรมเวลาใหม่ที่ได้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ $\{MA_t\}$ จะนำไปปรับแนวโน้มออก ซึ่งการปรับจะทำได้จากการนำ $\{MA_t\}$ ไปหาร Y_t จะได้อนุกรมเวลาใหม่ $\left\{\frac{Y_t}{MA_t}\right\}$ ซึ่งอนุกรมเวลาที่ได้ใหม่มีการเคลื่อนไหว เนื่องจากอิทธิพลฤดูกาลและเหตุการณ์ที่ผิดปกติ
2. หาค่าดัชนีฤดูกาลโดยการหาค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา $\{\hat{S}_i\}$ ที่ได้ในข้อ 1. ดัชนีฤดูกาลที่ได้ (\hat{S}_i) มักจะมีผลรวมไม่เท่ากับ L การปรับค่าดัชนีฤดูกาลให้มีผลรวมเป็น L จะทำได้โดยนำค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีฤดูกาลเดิมมาหารออก คือ $\hat{S}_i^* = \frac{\hat{S}_i}{S}$ ที่มี L
3. หาอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล โดยนำค่าดัชนีฤดูกาลที่ได้ในขั้นตอนที่ 2 ไปหารออกจากค่าสังเกตของอนุกรมเวลาเดิมในฤดูกาลที่สัมพันธ์กัน นำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้ม โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อนำอนุกรมเวลาไปสร้างสมการแนวโน้มเส้นตรงเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1 t$ จะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = (b_0 + b_1 t) \times \hat{S}_i^*$ หรือนำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มควอดราติกเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2$ และจะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = (b_0 + b_1 t + b_2 t^2) \times \hat{S}_i^*$ หรือนำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลเป็น $\hat{T}_t = b_0 b_1^t$ จะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = (b_0 b_1^t) \times \hat{S}_i^*$

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณจะได้สมการพยากรณ์ คือ

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

เมื่อ	b_0	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
	b_1	คือ	ค่าประมาณความชัน (Slope) ของเส้นแนวโน้ม
	\hat{S}_i^*	คือ	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ที่ฝ่าฝืน อาจมีโทษตามกฎหมาย

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = (b_0 + b_1t + b_2t^2) \times \hat{S}_i^*$$

เมื่อ	b_0	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
	b_1	คือ	ค่าประมาณความชัน (Slope) ของเส้นแนวโน้ม
	b_2	คือ	ค่าประมาณสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ณ เวลา t
	\hat{S}_i^*	คือ	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณจะได้สมการพยากรณ์ คือ

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

เมื่อ	b_0	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
	b_1	คือ	ค่าประมาณสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ณ เวลา t
	\hat{S}_i^*	คือ	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

2.1.3.2. เทคนิคการปรับให้เรียบ (Smoothing Method)

เทคนิคการปรับให้เรียบเป็นการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้ค่าสังเกตในอดีตส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดในการสร้างสมการพยากรณ์ โดยน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าต่างกัน โดยในการศึกษาครั้งนี้ อนุกรมเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์มีทั้งอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลฤดูกาลอย่างเดียว จะใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล และอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จะใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกและรูปแบบคูณในการหาตัวแบบพยากรณ์

2.1.3.2.1. วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล (Simple

Seasonal Exponential Smoothing Method: SSES)

เป็นวิธีที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาล ทั้งกรณีรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ และ (α) เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม และ (δ) เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล โดย α และ δ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 (สมศรี บัณฑิตวิไล, 2565)

$\hat{T}_t(t)$ คือ ค่าประมาณแนวโน้ม ณ เวลา t เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า

$\hat{S}_i(t)$ คือ ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลหรือดัชนีฤดูกาล ณ เวลา t เมื่อคำนวณจากข้อมูล t

ค่า เมื่อ $i = 1, \dots, L$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของอนุกรมเวลา สมการปรับค่า $\hat{T}_t(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ และสมการพยากรณ์สำหรับรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ

1. รูปแบบบวก (Additive Model)

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

ทำให้ $\hat{T}_{t+p}(t) = \hat{T}_t(t)$ สำหรับ $p \geq 1$

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยค่าความคลาดเคลื่อน

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

$$\hat{S}_i(t) = \begin{cases} \hat{S}_i(t-1) + \delta(1-\alpha)e_t & \text{เมื่อ } t \text{ อยู่ในฤดูกาลที่ } i \\ \hat{S}_i(t-1) & \text{เมื่อ } t \text{ ไม่อยู่ในฤดูกาลที่ } i \end{cases}$$

สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{t+p}(t) = \hat{T}_{t+p}(t) + \hat{S}_{t+p}(t)$$

ซึ่ง $\hat{S}_{t+p}(t) = \hat{S}_i(t)$ เมื่อ $t+p$ อยู่ในฤดูกาลที่ i

2. รูปแบบคูณ (Multiplicative Model)

$$\hat{T}_t = \beta_0 S_t \varepsilon_t$$

ทำให้ $\hat{Y}_{t+p}(t) = \hat{T}_t(t)$ สำหรับ $p \geq 1$

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยค่าความคลาดเคลื่อน

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

$$\hat{S}_i(t) = \begin{cases} \hat{S}_i(t-1) + \frac{\delta(1-\alpha)e_t}{\hat{T}_t(t)} & \text{เมื่อ } t \text{ อยู่ในฤดูกาลที่ } i \\ \hat{S}_i(t-1) & \text{เมื่อ } t \text{ ไม่อยู่ในฤดูกาลที่ } i \end{cases}$$

สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{t+p}(t) = \hat{T}_{t+p}(t) \hat{S}_{t+p}(t)$$

ซึ่ง $\hat{S}_{t+p}(t) = \hat{S}_i(t)$ เมื่อ $t+p$ อยู่ในฤดูกาลที่ i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2.2. วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method: HWS)

1. รูปแบบบวก (Additive Model) ใช้กับข้อมูลที่มีอิทธิพลฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอัตราคงที่ มีรูปแบบสมการเป็นดังนี้

$$Y_t = T_t(t) + S_i(t) + \varepsilon_t$$

เมื่อ	Y_t	คือ	ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t
	$T_t(t)$	คือ	ค่าแนวโน้ม ณ เวลา t เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	$S_i(t)$	คือ	ค่าวัดของอิทธิพลฤดูกาลที่ i เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	ε_t	คือ	ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยความคลาดเคลื่อน

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

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

$$\hat{S}_i(t) = \begin{cases} \hat{S}_i(t-1) + \delta(1-\alpha)e_t & \text{เมื่อ } t \text{ อยู่ในฤดูกาลที่ } i \\ \hat{S}_i(t-1) & \text{เมื่อ } t \text{ ไม่อยู่ในฤดูกาลที่ } i \end{cases}$$

เมื่อ	$\hat{T}_t(t)$	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ เวลา t เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	$\hat{\beta}_1(t)$	คือ	ค่าประมาณความชันเมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	$\hat{S}_i(t)$	คือ	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	α	คือ	ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
	γ	คือ	ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
	δ	คือ	ค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลฤดูกาล อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

สมการพยากรณ์

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

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

เมื่อ	$\hat{Y}_{t+p}(t)$	คือ	ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+p$ เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	$\hat{T}_{t+p}(t)$	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ เวลา $t+p$ เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	$\hat{S}_{t+p}(t)$	คือ	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาล ณ เวลา $t+p$ เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	$\hat{T}_t(t)$	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ เวลา t เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	$\hat{\beta}_1(t)$	คือ	ค่าประมาณความชัน เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รูปแบบคูณ (Multiplicative Model) ใช้กับข้อมูลที่มีอิทธิพลฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลง เป็นสัดส่วนกับแนวโน้ม มีรูปแบบสมการเป็นดังนี้

$$Y_t = T_t(t) \times S_i(t) \times \varepsilon_t$$

เมื่อ Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t
 $T_t(t)$ คือ ค่าแนวโน้ม ณ เวลา t เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
 $S_i(t)$ คือ ค่าวัดของอิทธิพลฤดูกาลที่ i เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
 ε_t คือ ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยความคลาดเคลื่อน

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

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

$$\hat{S}_i(t) = \begin{cases} \hat{S}_i(t-1) + \frac{\delta(1-\alpha)e_t}{\hat{T}_t(t-1)} & \text{เมื่อ } t \text{ อยู่ในฤดูกาลที่ } i \\ \hat{S}_i(t-1) & \text{เมื่อ } t \text{ ไม่อยู่ในฤดูกาลที่ } i \end{cases}$$

เมื่อ $\hat{T}_t(t)$ คือ ค่าประมาณแนวโน้ม ณ เวลา t เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
 $\hat{\beta}_1(t)$ คือ ค่าประมาณความชันเมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
 $\hat{S}_i(t)$ คือ ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
 α คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
 γ คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
 δ คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลฤดูกาล อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

สมการพยากรณ์

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

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

เมื่อ $\hat{Y}_{t+p}(t)$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+p$ เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
 $\hat{T}_{t+p}(t)$ คือ ค่าประมาณแนวโน้ม ณ เวลา $t+p$ เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
 $\hat{S}_{t+p}(t)$ คือ ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาล ณ เวลา $t+p$ เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
 $\hat{T}_t(t)$ คือ ค่าประมาณแนวโน้ม ณ เวลา t เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
 $\hat{\beta}_1(t)$ คือ ค่าประมาณความชัน เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่จะทำให้ได้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงกว่าวิธีอื่นในการพยากรณ์ในระยะสั้น (Short term Forecasting) และเหมาะสมกับอนุกรมเวลาในทุกรูปแบบ วิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์จะแบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ประเภท (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) ดังนี้

1. อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary Series) เป็นอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ Y_t นั่นคือค่าเฉลี่ย $E(Y_t)$ และค่าความแปรปรวน $V(Y_t)$ มีค่าคงที่สำหรับแต่ละช่วงเวลาที่มีการเคลื่อนที่ของแนวโน้ม และ/หรืออิทธิพลของฤดูกาลจะมี $E(Y_t)$ ไม่คงที่ ส่วนอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของ Y_t สูง จะเป็นลักษณะของอนุกรมเวลาที่ความแปรผันไม่คงที่ $V(Y_t)$ จะเรียกว่าอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี นอกจากจะเป็นอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนคงที่แล้ว อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ $lag k$ ขึ้นอยู่กับค่า k อย่างเดียว อนุกรมเวลาที่จะกำหนดรูปแบบเป็น $ARMA(p, q)$ จะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีเท่านั้น

2. อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (Nonstationary Series) เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่มีความสมบัติเป็นสเตชันนารี จะหารูปแบบ $ARMA(p, q)$ ให้กับอนุกรมดังกล่าวไม่ได้ จะต้องแปลงอนุกรมเวลานั้นให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีก่อน จึงจะสามารถหารูปแบบ $ARMA(p, q)$ ให้กับอนุกรมเวลาดังกล่าวได้ ซึ่งทำได้ด้วยวิธีต่าง ๆ ต่อไปนี้

2.1. หาผลต่าง (Regular Differencing) ของอนุกรมเวลา นั่นคือ ถ้าอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม จะแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่มีแนวโน้ม $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \nabla^d Y_t$ และ d เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่าง ซึ่งจำนวนครั้งที่หาผลต่างจะขึ้นอยู่กับว่าเมื่อหาผลต่างแล้วอนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีหรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นก็ต้องหาผลต่างต่อไป และโดยทั่วไปถ้าอนุกรมเวลามีแนวโน้มเป็นแบบเส้นตรง จะกำหนด d เป็น 1 ถ้าอนุกรมมีแนวโน้มเป็นแบบควอดราติกจะกำหนด d เป็น 2

2.2. หาผลต่างฤดูกาล (Seasonal Differencing) ของอนุกรมเวลา นั่นคือ ถ้าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่ฤดูกาล $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \nabla_L^D Y_t$ โดย D เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่างฤดูกาล และ L เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี เช่น สำหรับอนุกรมเวลารายเดือน ($L=12$) เมื่อ $D=2$ $Z_t = \nabla_{12}^2 Y_t = \nabla_{12}(Y_t - Y_{t-12}) = Y_t - Y_{t-12} - Y_{t-12} + Y_{t-24} = Y_t - 2Y_{t-12} + Y_{t-24}$ เป็นต้น ซึ่งการหาผลต่างนี้จะทำที่ครั้งขึ้นอยู่กับว่าเมื่อหาผลต่างแล้วอนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีหรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นก็ต้องหาผลต่างต่อไป

2.3. หาผลต่างและผลต่างฤดูกาลของอนุกรมเวลา กรณีที่อนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวทั้งจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล การแปลงให้อนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีนั้นจะทำได้โดยหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลควบคู่กันไป จำนวนครั้งในการหาผลต่าง d และ D จะขึ้นอยู่กับว่า

อนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีแล้วหรือไม่ เช่น อนุกรมเวลารายเดือนที่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล เมื่อ $d=1$ และ $D=1$ จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \nabla \nabla_{12} Y_t = \nabla(Y_t - Y_{t-12}) = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} + Y_{t-13}$ เป็นต้น

2.4. การหาลอการิทึมของค่าสังเกตในอนุกรมเวลา คือ การแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \log(Y_t)$ การแปลงนี้จะทำเมื่อความผันแปรของอนุกรมเวลาไม่คงที่ นั่นคือ $V(Y_t)$ ไม่คงที่ สำหรับค่า t ต่าง ๆ

การกำหนดรูปแบบที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา จะพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของตัวอย่าง (r_k และ r_{kk}) ที่สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของประชากร (ρ_k และ ρ_{kk}) (สมศรี บัณฑิตวิไล, 2561)

ตัวแบบอนุกรมเวลาทั่วไปสำหรับการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ได้แก่

$$ARIMA(p, d, q) \times SARIMA(P, D, Q)_L$$

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

โดยที่

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\Phi_P(B^L) = (1 - \Phi_{1L} B^L - \Phi_{2L} B^{2L} - \dots - \Phi_{PL} B^{PL})$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

$$\Theta_Q(B^L) = (1 - \Theta_{1L} B^L - \Theta_{2L} B^{2L} - \dots - \Theta_{QL} B^{QL})$$

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

โดย B คือ Backward shift operator

θ_0 คือ ค่าคงที่

ϕ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, p$

Φ_{iL} คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองในส่วนฤดูกาลตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, P$

θ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, q$

Θ_{iL} คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในส่วนฤดูกาลตัวที่ i โดยที่

ε_t คือ ค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลา t ซึ่ง ε_t มีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ σ_{ε}^2 และเป็นอิสระต่อกัน

p คือ อันดับที่ของการถดถอยในตัวเอง

P คือ อันดับที่ของการถดถอยในตัวเองในส่วนฤดูกาล

d คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่างเพื่อแปลงอนุกรมเวลาให้สเตชันนารีเนื่องจากแนวโน้ม

D คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่างเพื่อแปลงอนุกรมเวลาให้สเตชันนารีเนื่องจากฤดูกาล

q คือ อันดับที่ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมเห็นประโยชน์ในการนำค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้ยืมต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q คือ อันดับที่ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในส่วนฤดูกาล L คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี
 Z_t คือ การแปลงค่าสังเกต Y_t ให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี

ขั้นตอนการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ มี 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดรูปแบบ (Identification)

เป็นการหารูปแบบ $ARIMA(p, q)$ ที่คาดว่าจะเหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาเปรียบเทียบค่า r_k และ r_{kk} ของอนุกรมเวลากับค่า ρ_k และ ρ_{kk} ของแต่ละรูปแบบ เนื่องจากต้องพิจารณา r_k, r_{kk}, ρ_k และ ρ_{kk} พร้อมกันหลายค่า จึงมักจะพิจารณาจากกราฟที่เรียกว่า คอเรโลแกรม (Correlogram) ที่ได้จากการพล็อตกราฟ r_k, r_{kk}, ρ_k และ ρ_{kk} กับ k ดังนั้น การพิจารณาจะเปรียบเทียบคอเรโลแกรมของ r_k กับ ρ_k และคอเรโลแกรมของ r_{kk} กับ ρ_{kk} สำหรับแต่ละรูปแบบจะมีคอเรโลแกรม ρ_k และ ρ_{kk} ต่างกัน อนุกรมเวลาที่จะนำมากำหนดรูปแบบจะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีเท่านั้น หากไม่เป็นสเตชันนารีจะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อน

ตารางที่ 2.2 ลักษณะของ $\rho_k(Y_t), \rho_k(Z_t), \rho_{kk}(Z_t)$ สำหรับรูปแบบ $ARIMA(p, d, q)$

รูปแบบของ Y_t	ลักษณะของ $\rho_k(Y_t)$	ลักษณะของ $\rho_k(Z_t)$	ลักษณะของ $\rho_{kk}(Z_t)$
Random walk	ลดลงอย่างช้า ๆ	$\rho_k = 0$ ทุกค่า k	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ k
$ARI(1, 1)$	ลดลงอย่างช้า ๆ	ρ_k ลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 2, \dots$
$ARI(2, 1)$	ลดลงอย่างช้า ๆ	ρ_k ลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 3, \dots$
$IMA(1, 1)$	ลดลงอย่างช้า ๆ	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 2, \dots$	ρ_{kk} ลดลงเร็วใกล้ 0
$IMA(2, 1)$	ลดลงอย่างช้า ๆ	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 3, \dots$	ρ_{kk} ลดลงเร็วใกล้ 0
$ARIMA(1, 1, 1)$	ลดลงอย่างช้า ๆ	$\rho_k = 0$ ลดลงเร็วใกล้ 0	ρ_{kk} ลดลงเร็วใกล้ 0

ตารางที่ 2.3 ลักษณะของ $\rho_k(Z_t), \rho_{kk}(Z_t)$ สำหรับรูปแบบ $SARIMA(P, D, Q)$

รูปแบบของ Y_t	ลักษณะของ $\rho_k(Z_t)$	ลักษณะของ $\rho_{kk}(Z_t)$
$SARI(1, 1)_{12}$	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 24, 36, \dots$
$SARI(2, 1)_{12}$	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 36, 48, \dots$
$SIMA(1, 1)_{12}$	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 24, 36, \dots$	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว
$SIMA(1, 2)_{12}$	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 36, 48, \dots$	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว
$ARIMA(1, 1, 1)_{12}$	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกระหนาบใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดต่อเปลี่ยนแปลง และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ (Estimation)

เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical Analysis) ซึ่งจะทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยกำหนดค่าเบื้องต้นของพารามิเตอร์เพื่อหาค่าประมาณสุดท้าย โดยการซ้ำ (Iteration) ซึ่งค่าประมาณที่ทำให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมีค่าต่ำที่สุดจะเป็นค่าประมาณที่ใช้ในการพยากรณ์

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ (Diagnostic Checking)

วิธีการตรวจสอบส่วนใหญ่จะใช้ค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (e_t) ที่เป็นผลต่างระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ มาเป็นหลักในการพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบ การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบจะทำได้ดังนี้

3.1. พิจารณาว่าพารามิเตอร์ในตัวแบบมีค่าเป็น 0 หรือไม่ นั่นคือ θ , $\hat{\theta}$ และ $S_{\hat{\theta}}$ เป็นพารามิเตอร์ ค่าประมาณ และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณ ตามลำดับ

1. กำหนดสมมติฐาน

$$H_0 : \theta = 0$$

$$H_1 : \theta \neq 0$$

2. ตัวสถิติทดสอบ

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

3. การปฏิเสธ H_0 จะทำเมื่อ $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กรณีที่ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าพารามิเตอร์ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดเป็นตัวแบบที่เหมาะสมแล้ว

3.2. พิจารณาว่า $\rho_k(e_t) = 0$ สำหรับ $k = 1, 2, \dots, m$ หรือไม่ นั่นคือ พิจารณาว่าค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่อยู่ห่างกัน $k = 1, 2, \dots, m$ ช่วงเวลาเป็นอิสระกันหรือไม่

1. กำหนดสมมติฐาน

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

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

2. ตัวสถิติทดสอบ

$$\text{Box-Ljung: } Q'_m = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2(e_t)}{n-k}$$

ซึ่ง n เป็นขนาดของอนุกรมเวลา $\{e_t\}$

m เป็นช่วงเวลาห่างสูงสุดของ e_t ในอนุกรมเวลา $\{e_t\}$ ที่นำมาพิจารณา

a เป็นจำนวนพารามิเตอร์ทั้งหมดในรูปแบบ ซึ่งรวมทั้ง θ_0 ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บริเวณวิกฤต คือ $Q'_m \geq \chi^2_{\alpha, m-a}$

กรณีที่เป็นอิสระ H_0 แสดงว่า มีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่อยู่ห่างกัน k ค่า นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดไม่เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 การพยากรณ์ (Forecasting)

เมื่อได้มีการตรวจสอบแล้วว่าตัวแบบที่กำหนดเหมาะสมกับอนุกรมเวลาแล้ว จะสามารถนำตัวแบบไปใช้พยากรณ์ได้ โดยใช้การพยากรณ์แบบจุด (Point Forecasting) ในการพยากรณ์ค่าในอนาคต ในกรณีที่วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ มีตัวแบบพยากรณ์ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบมากกว่า 1 ตัวแบบ จึงต้องเลือกหาตัวแบบที่ดีที่สุดในการพยากรณ์เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อน ปัญหาพิเศษนี้จะใช้ข้อสนเทศของอาไคเคะ (Akaike's Information Criterion: AIC) ในการคัดเลือกตัวแบบ

เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาไคเคะ (Akaike Information Criterion: AIC)

การคัดเลือกตัวแบบด้วยเกณฑ์ AIC ซึ่งสร้างจากการประมาณความคลาดเคลื่อนรวมเข้ากับข้อสนเทศและใช้แนวคิดของคูลแบ็ค-เลอเลอร์ (Kullback-Leibler) เพื่อนำไปปรับค่าประมาณของการพยากรณ์ให้มีค่าสังเกต คุณสมบัติไม่เอนเอียง การคัดเลือกตัวแบบโดยใช้เกณฑ์ AIC จะเลือกตัวแบบที่มีค่า AIC ต่ำที่สุด โดยมีสูตรคำนวณค่า AIC (Akaike, 1973) ดังนี้

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

โดย
$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n}$$

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

p คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณ

n คือ จำนวนค่าที่ใช้ในการคำนวณ

2.2. การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

ความถูกต้องของการพยากรณ์เป็นสิ่งที่ผู้พยากรณ์ต้องการ ความถูกต้องจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Forecast error, e_t) ซึ่งเป็นผลต่างของค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ ($e_t = Y_t - \hat{Y}_t$) ค่าคลาดเคลื่อนจะมากถ้าค่าสังเกตห่างจากค่าพยากรณ์มากและจะน้อยถ้าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าสังเกต (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549)

ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) ในการเอกสารนี้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ และใช้เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) เป็นตัววัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์ในรูปของเปอร์เซ็นต์นำไปใช้

2.2.1. ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE)

ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากค่าคลาดเคลื่อนโดยค่า MSE จะไวต่อค่าคลาดเคลื่อนขนาดใหญ่ มีสูตรคำนวณ (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) ดังนี้

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

โดยที่ e_t คือ ค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลาที่ t โดยคำนวณได้จาก $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$
 Y_t คือ ค่าสังเกต ณ เวลาที่ t
 \hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลาที่ t
 n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

2.2.2. เปอร์เซนต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

เปอร์เซนต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากค่าคลาดเคลื่อน โดยค่าวัดความถูกต้องนี้จะไม่มียุทธศาสตร์ จึงเหมาะที่จะใช้ในการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุดเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกัน ซึ่งเปอร์เซนต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจะบ่งบอกถึงค่าร้อยละความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ มีสูตรคำนวณดังนี้

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

โดยที่ e_t คือ ค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลาที่ t โดยคำนวณได้จาก $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$
 Y_t คือ ค่าสังเกต ณ เวลาที่ t
 \hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลาที่ t
 n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

2.3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จรรยา เทนสันเทียะ (2564) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวโพดของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการส่งออกข้าวโพด หาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม และพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวโพดในอนาคต ซึ่งจะใช้ข้อมูลทุติยภูมิในการรวบรวมโดยใช้สถิติการส่งออกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 ในการวิเคราะห์หาตัวแบบที่เหมาะสมและพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวโพดสำหรับทำพันธุ์และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอีก 13 เดือนข้างหน้า ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 โดยใช้วิธีบ็อกซ์-

เจนกินส์ และเทคนิคการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และนำข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 7 ค่า เพื่อใช้สำหรับการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อน ซึ่งจะใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์การปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาของข้าวโพดสำหรับทำพันธุ์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เหมาะสมกับชุดอนุกรมเวลาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากการพยากรณ์พบว่าอนุกรมเวลาทั้งสองชุดนี้แนวโน้มลดลงซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ในตลาดโลกที่มีความต้องการลดลง และยังมีปัญหาในประเทศ รวมถึงจากการลดการขยายตัวตลาดของไทยในอาเซียน เนื่องจากการผลิตได้น้อยลงและความต้องการภายในประเทศเพิ่มขึ้นทำให้ไทยมีการส่งออกลดลง

ธนวัฒน์ ศรีเวทย์บดี, พรธีรา เต็มแป้น และพีรดา โพธิ์ศิริ (2565) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น และเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น และเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ข้อมูลทั้งหมดถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 168 เดือน ใช้ในการหาตัวแบบพยากรณ์ ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2564 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 12 เดือน ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เทคนิคในการหาตัวแบบพยากรณ์ 4 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม และใช้เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ในการแสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ในรูปแบบที่เป็นค่าร้อยละ เพื่อบอกถึงประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของตัวแบบที่เหมาะสม จากการศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยให้ค่า MAPE เท่ากับ 17.0028% และ 7.3727 ตามลำดับ และวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกตู้เย็น คือ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโพลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก โดยให้ค่า MAPE เท่ากับ 14.8852%

อุรษา จันทรรภา และนันทชัย กานตานันทะ (2564) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบของประเทศไทยด้วยวิธีอนุกรมเวลา โดยเปรียบเทียบการพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโพลท์และวินเทอร์ และวิธี Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิธีการพยากรณ์เป็นข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบรายเดือน จากสำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 เป็นจำนวนทั้งหมด 144 เดือน ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด โดยข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูล

ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จะถูกใช้สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ส่วนของข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ผลการศึกษาพบว่า วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ มีเปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 9.68% ในขณะที่วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธี SARIMA มีเปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 9.919% 10.189% ตามลำดับ ดังนั้นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์จึงมีความเหมาะสมและมีความแม่นยำในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และชิ้นส่วนของประเทศไทยมากที่สุด

อุปถัมภ์ อิศรสาธ และนัสสมล บุตรวิเศษ (2565) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทยแบบรายเดือน และเพื่อพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันประจำปี พ.ศ. 2565 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 130 ค่า ข้อมูลทั้งหมดถูกแบ่งเป็น 2 ชุด โดยข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 118 ค่า ใช้สำหรับสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา โดยเทคนิคที่เลือกใช้สร้างตัวแบบมี 3 วิธี ได้แก่ วิธีการของบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลท์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 12 ค่า นำมาใช้ประเมินความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย เป็นเกณฑ์ในการประเมิน ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ ตัวแบบที่สร้างด้วยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก โดยให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด เท่ากับ 11.33% เมื่อใช้ตัวแบบดังกล่าวพยากรณ์การส่งออกยางแผ่นรมควันในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 แบบรายเดือน พบว่าเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 มีปริมาณการส่งออกสูงสุด เท่ากับ 53,910,618.14 กิโลกรัม และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 มีปริมาณการส่งออกต่ำสุด เท่ากับ 38,888,915.11 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัยในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- 3.1. ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล
- 3.2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1. ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นข้อมูลทุติยภูมิจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ที่เก็บรวบรวมโดยธนาคารแห่งประเทศไทย เป็นระยะเวลา 11 ปี โดยใช้ข้อมูลแบบรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 รวมทั้งสิ้น 132 ค่า

3.2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษากำหนดมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.2.1. กำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจจะทำการศึกษา

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สนใจศึกษาเรื่อง การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

3.2.2. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลรายเดือนของมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ จากการเก็บรวบรวมของธนาคารแห่งประเทศไทย ระยะเวลา 11 ปี จำนวน 132 ค่า เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 โดยทำการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 120 ค่า ใช้สำหรับสร้างตัวแบบการพยากรณ์

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 12 ค่า ใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab และโปรแกรม Microsoft Excel มาช่วยในการวิเคราะห์เบื้องต้น โดยการนำข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มาพล็อตกราฟ พบว่า

1. มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลไม่ชัดเจน จึงต้องทำการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล ในขั้นตอนแรกต้องทดสอบว่าอนุกรมเวลา มีการแจกแจงปกติหรือไม่ โดยทำการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง จากการทดสอบพบว่า อนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีการแจกแจงปกติ จึงเลือกทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยทำการทดสอบของแดเนียล และทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยทำการทดสอบของคริสต์กาล-วอลลิส

2. มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้ม และมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลไม่ชัดเจน จึงต้องทำการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล ในขั้นตอนแรกต้องทดสอบว่าอนุกรมเวลา มีการแจกแจงปกติหรือไม่ โดยทำการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง จากการทดสอบพบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้ม และมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีการแจกแจงปกติ จึงเลือกทดสอบแนวโน้มแบบใช้พารามิเตอร์ โดยทำการทดสอบของบ็อกซ์-จุง และทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์ โดยทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง

3.2.4. เลือกวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับลักษณะของอนุกรมเวลา

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่าข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาล และมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยผู้วิจัยจะทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้วิธีการ 3 วิธีต่อไปนี้ คือ

3.2.4.1. วิธีแยกส่วนประกอบ

เนื่องจากมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีเฉลี่ยแบบง่าย (Average Percentage) และมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.2. เทคนิคการปรับให้เรียบ

เนื่องจากมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล (Simple Seasonal Exponential Smoothing: SSES) และมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method: HWS) สำหรับรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ โดยกำหนดค่าเริ่มต้นจากค่าสังเกต 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 และ 120 ค่าแรก และใช้คำสั่ง Add-in Solver ใน Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาค่า α , δ และ γ ที่เหมาะสม

3.2.4.3. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

เป็นวิธีการพยากรณ์ที่สามารถใช้ได้กับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ ในกรณีที่มีตัวแบบจำลองที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมหลายตัวแบบ จึงต้องเลือกตัวแบบที่ดีที่สุดโดยใช้เกณฑ์ข้อสนเทศของอาไคเคะ (Akaike) โดยผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab และโปรแกรม Microsoft Excel มาช่วยในการสร้างตัวแบบ

3.2.5. เลือกตัวแบบที่เหมาะสม

จะใช้เกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย โดยจะเลือกวิธีที่ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด

3.2.6. การพยากรณ์

นำตัวแบบที่เหมาะสมจากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลมาหาค่าพยากรณ์ 12 เดือนล่วงหน้า และนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565) เพื่อดูว่าค่าจากข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์มีความแตกต่างกันเท่าใด โดยหาจากค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

3.2.7. สรุปผลและเขียนรายงานการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

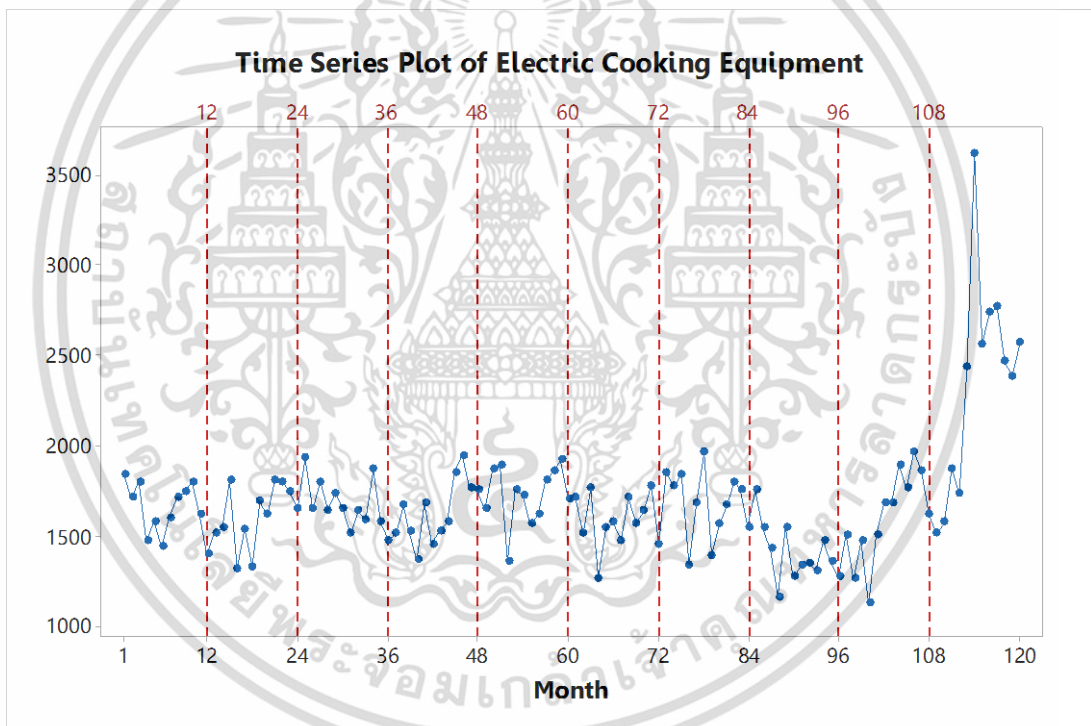
บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- 4.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า
- 4.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า
- 4.3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

4.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า

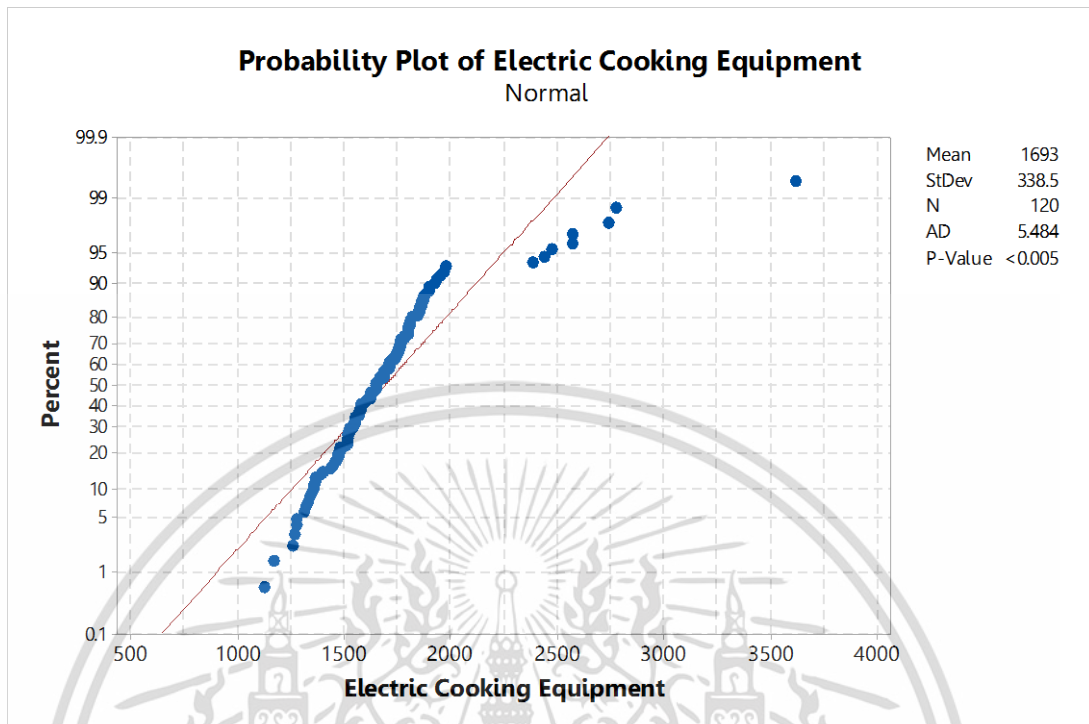


รูปที่ 4.1 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.1 พบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลไม่ชัดเจน จึงนำอนุกรมเวลาไปทดสอบการแจกแจงปกติเพื่อเลือกวิธีการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 4.2 การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้ามีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีการแจกแจงปกติ

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned}
 AD &= -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{n+1-i})] \right\} \right] \\
 &= -120 - \frac{1}{120} \sum_{i=1}^{120} \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{121-i})] \right\} \right] \\
 &= -120 - \left[\frac{1}{120} (-15,058.08) \right] \\
 &= 5.484
 \end{aligned}$$

ปรับค่าสถิติทดสอบเป็น AD^*

$$\begin{aligned}
 AD^* &= AD \left(1 + \frac{0.75}{n} + \frac{2.25}{n^2} \right) \\
 &= 5.484 \left(1 + \frac{0.75}{120} + \frac{2.25}{120^2} \right) \\
 &= 5.5191
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณวิกฤต คือ $AD^* \geq C_\alpha$

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

$$\begin{aligned} C_{0.05} &= 0.7514 \left(1 + \frac{-0.795}{120} + \frac{-0.890}{120^2} \right) \\ &= 0.7465 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $AD^* = 5.5191 > C_\alpha = 0.7464$ และ $p\text{-value} < 0.005 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีการแจกแจงปกติ

เนื่องจากมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีการแจกแจงปกติ จึงเลือกใช้การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ นั่นคือ ทดสอบแนวโน้มโดยใช้การทดสอบของแดเนียล และทดสอบอิทธิพลฤดูกาลโดยใช้การทดสอบครัสคาล-วอลลิส

ทดสอบแนวโน้มของมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยใช้การทดสอบของแดเนียล

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีแนวโน้ม

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้ม

ตัวสถิติทดสอบ

เนื่องจากเป็นอนุกรมเวลาขนาดใหญ่ ($n \geq 30$) จะใช้ตัวสถิติ $Z = \frac{r_s - \mu_{r_s}}{\sigma_{r_s}}$

$$\text{โดยที่ } r_s = 1 - \frac{6 \sum_{t=1}^n d_t^2}{n(n^2-1)} = 1 - \frac{6(9216+5041+7569+\dots+9)}{120(120^2-1)} = 0.0875$$

$$\mu_{r_s} = 0$$

$$\sigma_{r_s} = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{120-1}} = 0.0917$$

$$\text{ดังนั้น } Z = \frac{0.0875}{0.0917} = 0.9542$$

บริเวณวิกฤต คือ $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}} = Z_{0.025} = 1.96$

เนื่องจาก $|Z| = 0.9542 < Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีแนวโน้ม
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยใช้การทดสอบ ครัสคาล-วอลลิส

สมมติฐานการทดสอบ

สำหรับรูปแบบบวก

$$H_0 : S_1 = S_2 = S_3 = \dots = S_{12} = 0$$

$$H_1 : S_i \neq 0 \text{ สำหรับบางฤดูกาล เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, 12$$

สำหรับรูปแบบคูณ

$$H_0 : S_1 = S_2 = S_3 = \dots = S_{12} = 1$$

$$H_1 : S_i \neq 1 \text{ สำหรับบางฤดูกาล เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, 12$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} H &= \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum_{i=1}^L \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1) \\ &= \frac{12}{120(120+1)} \left[\frac{639^2}{10} + \frac{542^2}{10} + \frac{745^2}{10} + \dots + \frac{493^2}{10} \right] - 3(120+1) \\ &= 28.6673 \end{aligned}$$

บริเวณวิกฤต คือ $H \geq \chi_{\alpha, L-1}^2 = \chi_{0.05, 12-1}^2 = 19.675$

เนื่องจาก $H = 28.6673 > \chi_{\alpha, L-1}^2 = 19.675$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้ามียุทธผลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องทั้งรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

4.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

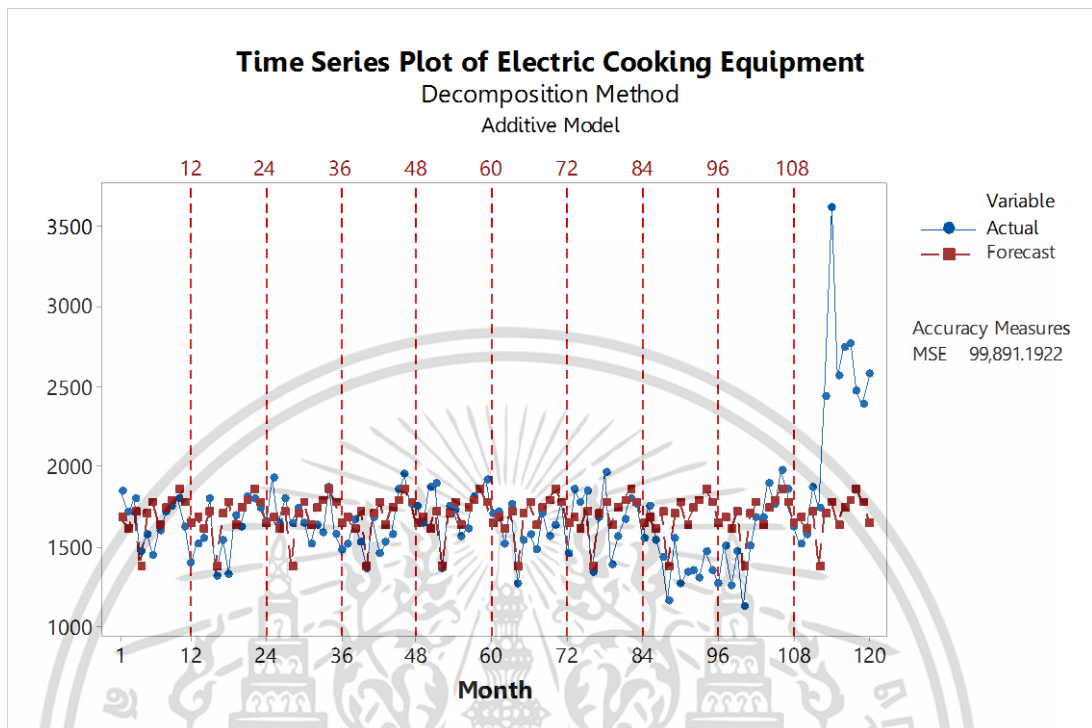
นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 120 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาล จึงทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวกและรูปแบบคูณพบว่า การวิเคราะห์ทั้ง 2 รูปแบบมี

ค่า MSE เท่ากัน คือ 99,891.1922

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก



รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 1,693.1533 + \hat{S}_t$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดย t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i=1, 2, 3, \dots, 12$

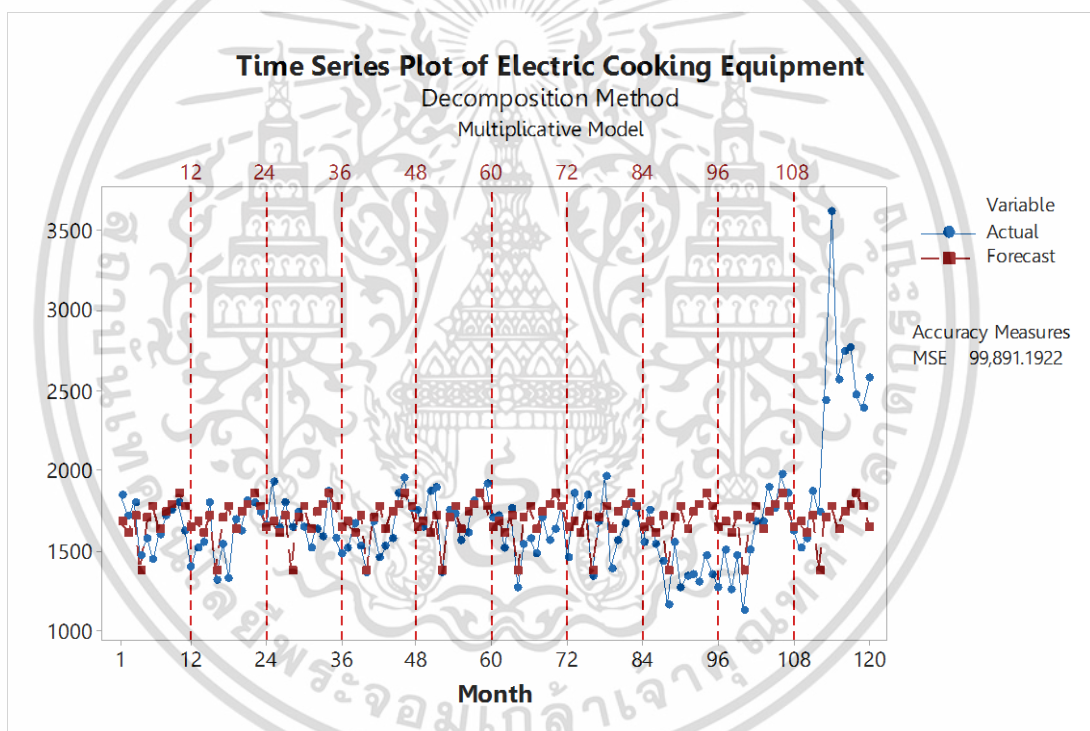
โดยที่	$\hat{S}_1 = -14.4633$	$\hat{S}_2 = -81.5213$	$\hat{S}_3 = 27.9377$
	$\hat{S}_4 = -313.0703$	$\hat{S}_5 = 7.6307$	$\hat{S}_6 = 78.9467$
	$\hat{S}_7 = -57.9163$	$\hat{S}_8 = 49.4177$	$\hat{S}_9 = 96.4757$
	$\hat{S}_{10} = 170.0527$	$\hat{S}_{11} = 83.1617$	$\hat{S}_{12} = -46.6513$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $S_1 = -14.4633$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 14.4633 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 2, 4, 7 และ 12 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 81.5213, 313.0703, 57.9163 และ 46.6513 ล้านบาท ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $S_3 = 27.9377$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 27.9377 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 5, 6, 8, 9, 10 และ 11 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 7.6307, 78.9467, 49.417, 96.4757, 170.0527 และ 83.1617 ล้านบาท ตามลำดับ

4.1.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ



รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 1,693.1533 \times \hat{S}_t$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดย t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i=1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1 = 0.9915$	$\hat{S}_2 = 0.9519$	$\hat{S}_3 = 1.0165$
	$\hat{S}_4 = 0.8151$	$\hat{S}_5 = 1.0045$	$\hat{S}_6 = 1.0466$
	$\hat{S}_7 = 0.9658$	$\hat{S}_8 = 1.0292$	$\hat{S}_9 = 1.0570$
	$\hat{S}_{10} = 1.1004$	$\hat{S}_{11} = 1.0491$	$\hat{S}_{12} = 0.9724$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1 = 0.9915$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 0.85% ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 2, 4, 7 และ 12 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 4.81%, 18.49%, 3.42% และ 2.76% ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_3 = 1.0165$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 1.65% ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 5, 6, 8, 9, 10 และ 11 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 0.45%, 4.66%, 2.92%, 5.70%, 10.04% และ 4.91% ตามลำดับ

4.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยเทคนิคการปรับให้เรียบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 120 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยเทคนิคการปรับให้เรียบ เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาล จึงทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

4.1.2.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α , δ และ ค่า MSE

จำนวนค่าสังเกต	α	δ	MSE
12	0.5306	0.7110	49,038.8986
24	0.4812	0.8913	56,385.3939
36	0.5680	0.7583	57,504.9276
48	0.6490	0.9951	66,942.0363
60	0.2459	1.0000	95,162.5342
72	0.6819	0.7664	79,215.6581
84	0.8550	0.0000	89,815.1108
96	0.5246	1.0000	158,696.1042
108	0.6708	0.1000	217,670.6930

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าเริ่มต้นจากค่าสังเกต 12 เดือนแรก ให้ค่า MSE ต่ำสุด คือ $MSE = 49,038.8986$ จะได้ค่า $\alpha = 0.5306$ และ $\delta = 0.711$

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อ กำหนด $\alpha = 0.5306$ และ $\delta = 0.711$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$
109	1,512.2400	1,833.6379	-321.3979	1,544.4741	11.3669
110	1,574.9500	1,474.2537	100.6963	1,597.9016	-36.6121
111	1,875.1900	1,647.4462	227.7438	1,718.7380	125.5562
112	1,735.4200	1,420.3958	315.0242	1,885.8836	-193.2000
113	2,433.3700	1,947.0286	486.3414	2,143.9268	223.4658
114	3,619.1200	2,208.6848	1,410.4352	2,892.2760	535.5036
115	2,565.1600	2,820.6565	-255.4965	2,756.7146	-156.8938
116	2,741.5800	2,779.0897	-37.5097	2,736.8127	9.8559
117	2,771.7000	2,713.7860	57.9140	2,767.5407	-3.6973
118	2,467.5300	2,939.0550	-471.5250	2,517.3588	14.1385
119	2,386.8000	2,619.0213	-232.2213	2,394.1468	24.1565
120	2,573.6500	2,312.1094	261.5406	2,532.9151	5.2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = 2,532.9151 + \hat{S}_i(120)$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, 3, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และ p อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1 = 11.3669$	$\hat{S}_2 = -36.6121$	$\hat{S}_3 = 125.5562$
	$\hat{S}_4 = -193.2000$	$\hat{S}_5 = 223.4658$	$\hat{S}_6 = 535.5036$
	$\hat{S}_7 = -156.8938$	$\hat{S}_8 = 9.8559$	$\hat{S}_9 = -3.6973$
	$\hat{S}_{10} = 14.1385$	$\hat{S}_{11} = 24.1565$	$\hat{S}_{12} = 5.2542$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลมีผลรวมไม่เท่ากับ 0 จึงทำการปรับค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลให้ผลรวมเท่ากับ 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = 2,579.4896 + \hat{S}_i^*(120)$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, p มีหน่วยเป็นเดือน)

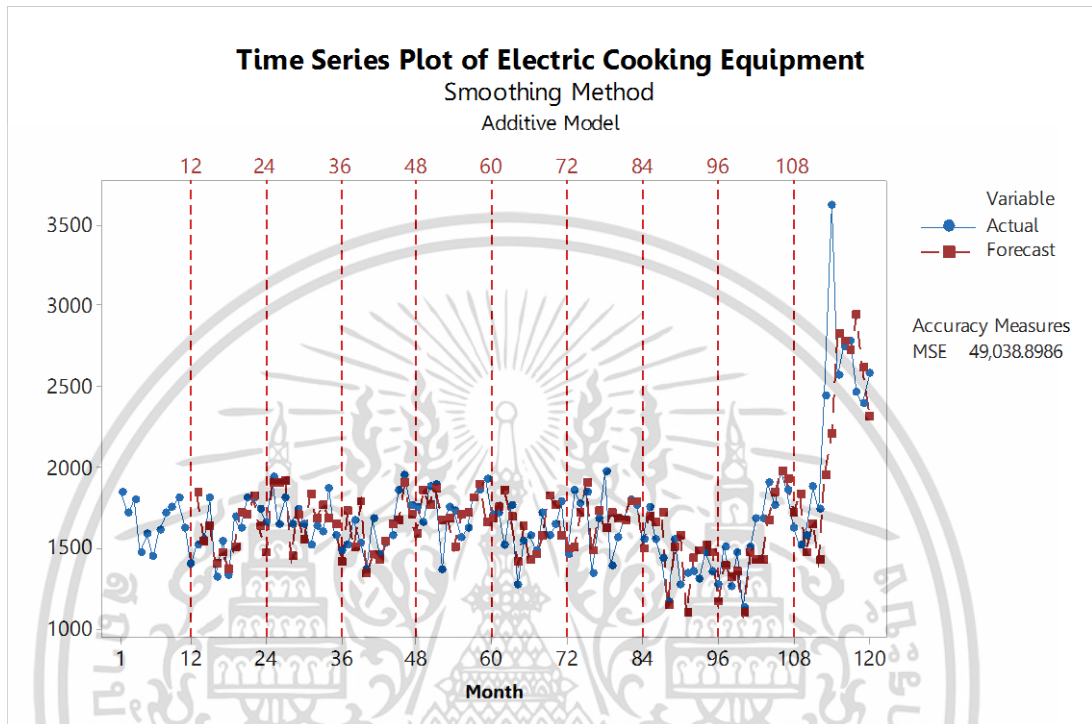
สำหรับ $p = 1, 2, 3, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และ p อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1^* = -35.2077$	$\hat{S}_2^* = -83.1867$	$\hat{S}_3^* = 78.9817$
	$\hat{S}_4^* = -239.7745$	$\hat{S}_5^* = 176.8913$	$\hat{S}_6^* = 488.9291$
	$\hat{S}_7^* = -203.4683$	$\hat{S}_8^* = -36.7186$	$\hat{S}_9^* = -50.2719$
	$\hat{S}_{10}^* = -32.4360$	$\hat{S}_{11}^* = -22.4180$	$\hat{S}_{12}^* = -41.3203$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -35.2077$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 35.2077 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 2, 4, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 83.1867, 239.7745, 203.4683, 36.7186, 50.2719, 32.4360, 22.4180 และ 41.3203 ล้านบาท ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $S_3^* = 78.9817$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 78.9817 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 5 และ 6 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 176.8913 และ 488.9291 ล้านบาท ตามลำดับ



รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 12 ค่าแรก)

4.1.2.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α , δ และ ค่า MSE

จำนวนค่าสังเกต	α	δ	MSE
12	0.5186	0.7577	49,521.0444
24	0.5010	0.8362	53,333.4583
36	0.5674	0.8396	56,049.9888
48	0.5879	0.9612	61,218.9169
60	0.5773	1.0000	68,814.0316
72	0.5604	1.0000	83,216.8532
84	0.8389	0.0000	98,751.3586
96	0.4044	1.0000	130,068.1884
108	0.7956	0.1000	260,279.4372

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าเริ่มต้นจากค่าสังเกต 12 เดือนแรก ให้ค่า MSE ต่ำสุด คือ $MSE = 49,521.0444$ จะได้ค่า $\alpha = 0.5186$ และ $\delta = 0.7577$

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อ กำหนด $\alpha = 0.5186$ และ $\delta = 0.7577$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$
109	1,512.2400	1,867.5658	-355.3258	1,560.9482	0.9954
110	1,574.9500	1,468.1293	106.8207	1,619.8492	0.9646
111	1,875.1900	1,649.9445	225.2455	1,734.5337	1.0659
112	1,735.4200	1,370.5771	364.8429	1,973.9911	0.8576
113	2,433.3700	2,044.8994	388.4706	2,168.4709	1.1013
114	3,619.1200	2,226.1466	1,392.9734	2,872.1680	1.2035
115	2,565.1600	2,715.7913	-150.6313	2,789.5506	0.9259
116	2,741.5800	2,785.2810	-43.7010	2,766.8520	0.9927
117	2,771.7000	2,680.1515	91.5485	2,815.8661	0.9805
118	2,467.5300	3,071.7130	-604.1830	2,528.6273	1.0037
119	2,386.8000	2,652.5453	-265.7453	2,397.2469	1.0086
120	2,573.6500	2,256.5962	317.0538	2,571.9236	0.9863

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = 2,571.9236 \times \hat{S}_i(120)$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p=1, 2, 3, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และ p อยู่ในฤดูกาลที่

$i, i=1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1 = 0.9954$	$\hat{S}_2 = 0.9646$	$\hat{S}_3 = 1.0659$
	$\hat{S}_4 = 0.8576$	$\hat{S}_5 = 1.1013$	$\hat{S}_6 = 1.2035$
	$\hat{S}_7 = 0.9259$	$\hat{S}_8 = 0.9927$	$\hat{S}_9 = 0.9805$
	$\hat{S}_{10} = 1.0037$	$\hat{S}_{11} = 1.0086$	$\hat{S}_{12} = 0.9863$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลมีผลรวมไม่เท่ากับ 12 จึงทำการปรับค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลให้ผลรวมเท่ากับ 12 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = 2,590.3301 \times \hat{S}_i^*(120)$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p=1, 2, 3, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และ p อยู่ในฤดูกาลที่

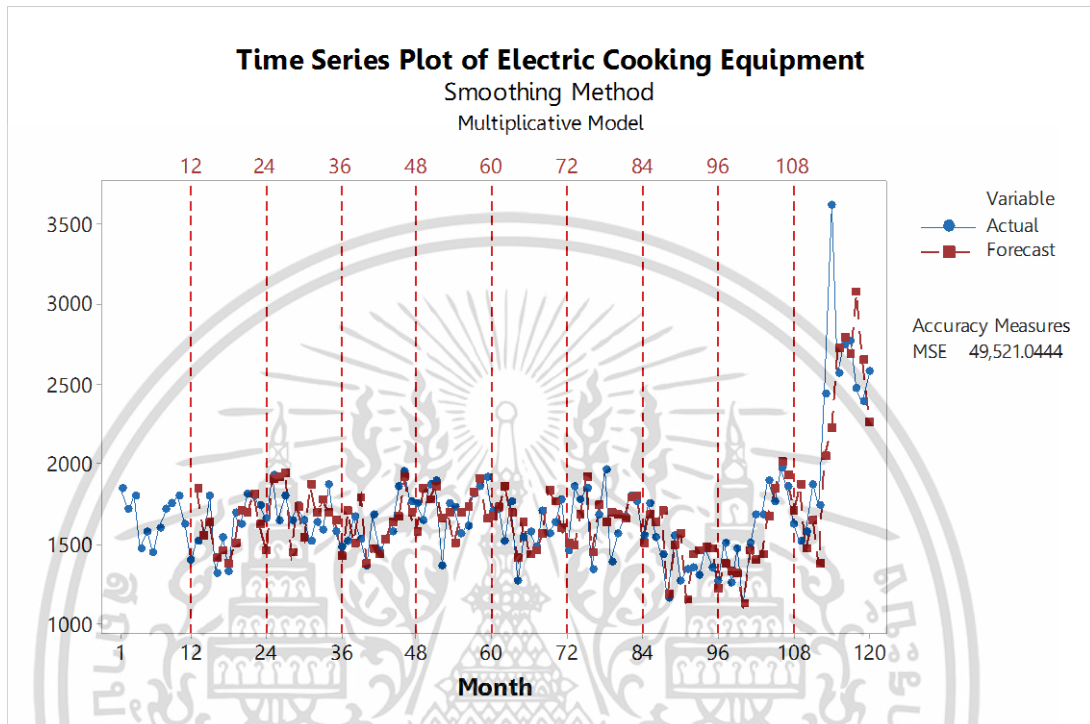
$i, i=1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1^* = 0.9883$	$\hat{S}_2^* = 0.9577$	$\hat{S}_3^* = 1.0584$
	$\hat{S}_4^* = 0.8515$	$\hat{S}_5^* = 1.0934$	$\hat{S}_6^* = 1.1949$
	$\hat{S}_7^* = 0.9193$	$\hat{S}_8^* = 0.9857$	$\hat{S}_9^* = 0.9736$
	$\hat{S}_{10}^* = 0.9966$	$\hat{S}_{11}^* = 1.0014$	$\hat{S}_{12}^* = 0.9793$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.9883$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 1.17% ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 2, 4, 7, 8, 9, 10 และ 12 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 4.23%, 14.85%, 8.07%, 1.43%, 2.64%, 0.34% และ 2.07% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

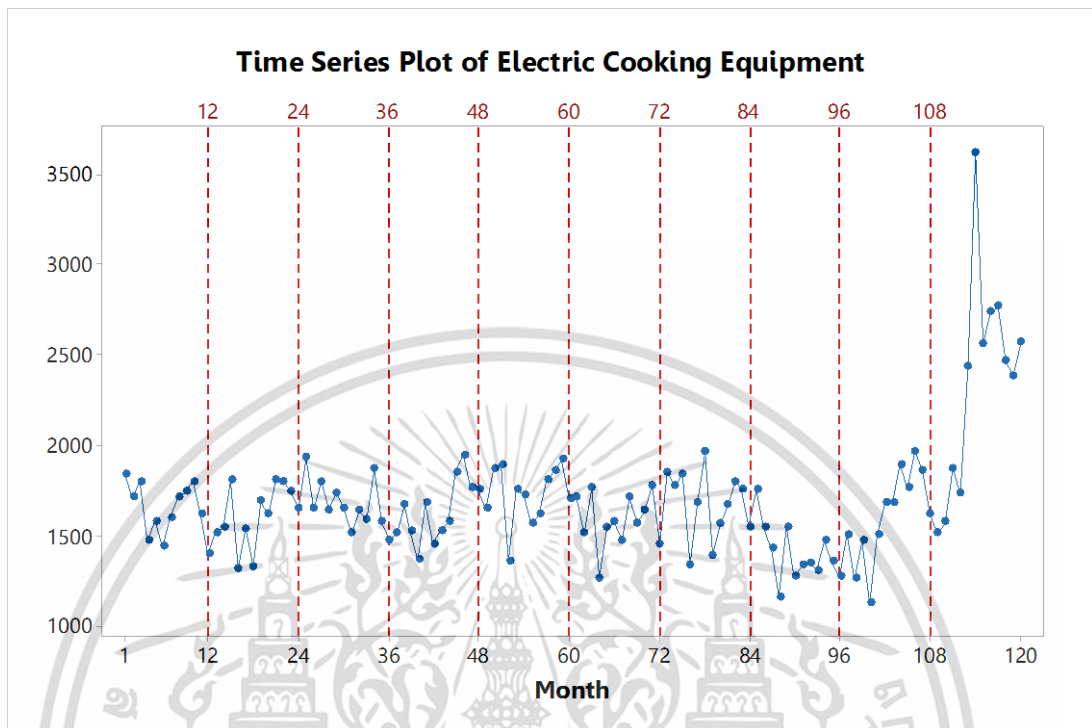
ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $S_3^* = 1.0584$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 5.84% ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 5, 6 และ 11 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 9.34%, 19.49% และ 0.14% ตามลำดับ



รูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 12 ค่าแรก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

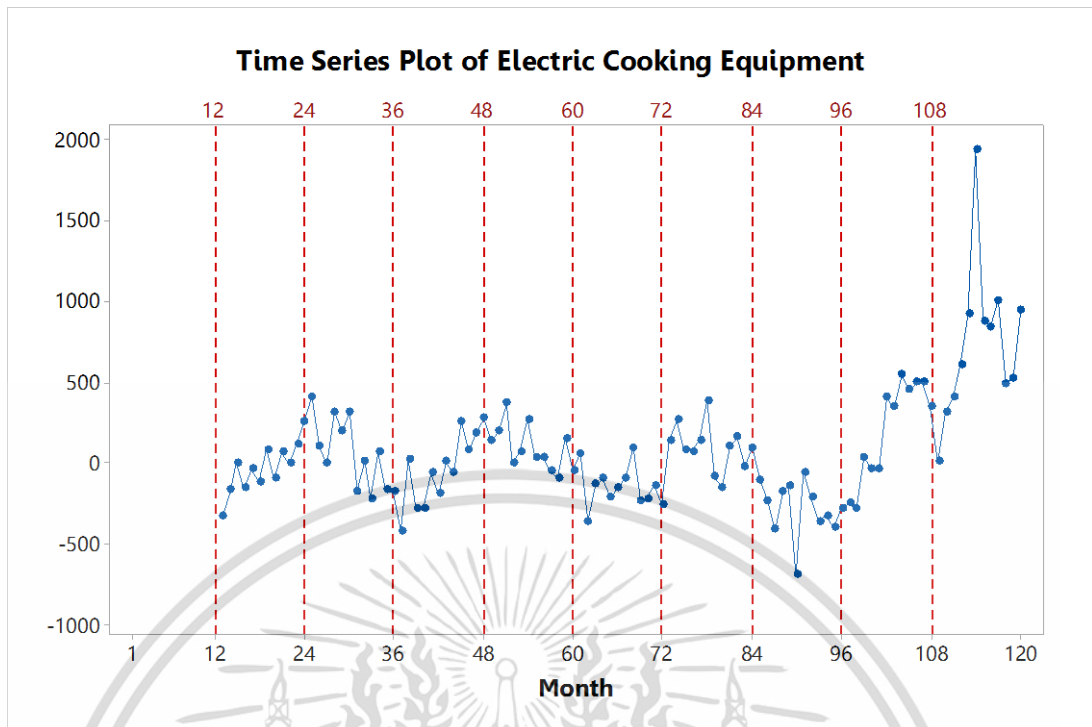
4.1.3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์



รูปที่ 4.7 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าไม่เป็นสเตชันนารี จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาล ดังนั้นจึงต้องทำให้อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าเป็นสเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่างฤดูกาล ดังรูปที่ 4.8

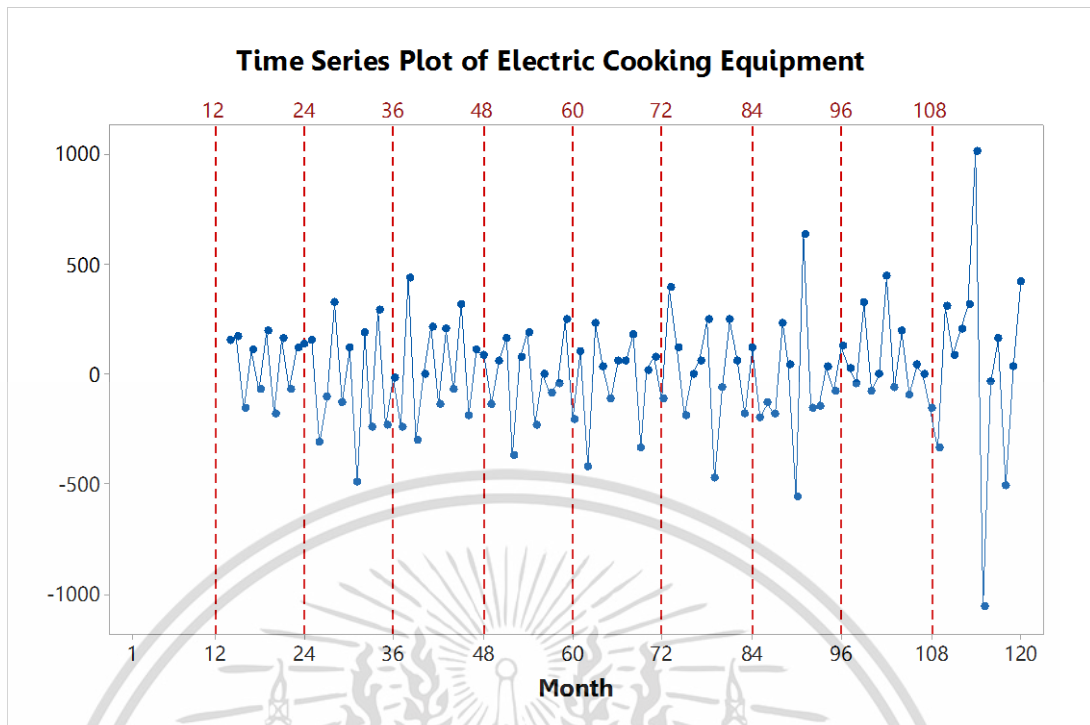
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.8 พบว่า อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยไม่คงที่ จากการทดสอบจากการทดสอบสมมติฐานอนุกรมเวลาชุดใหม่พบว่า อนุกรมเวลามีแนวโน้มแต่ไม่มีอิทธิพลฤดูกาล ดังนั้น จึงทำการหาผลต่าง 1 ครั้ง เพื่อให้อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าชุดใหม่เป็นสเตชันนารี ดังรูปที่ 4.9

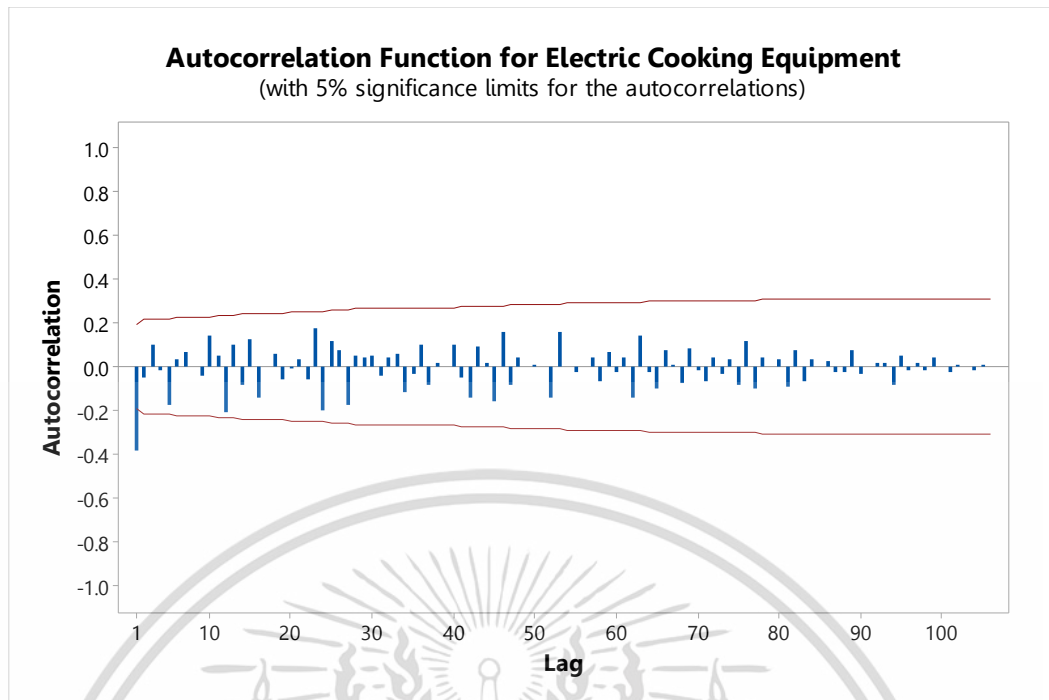
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



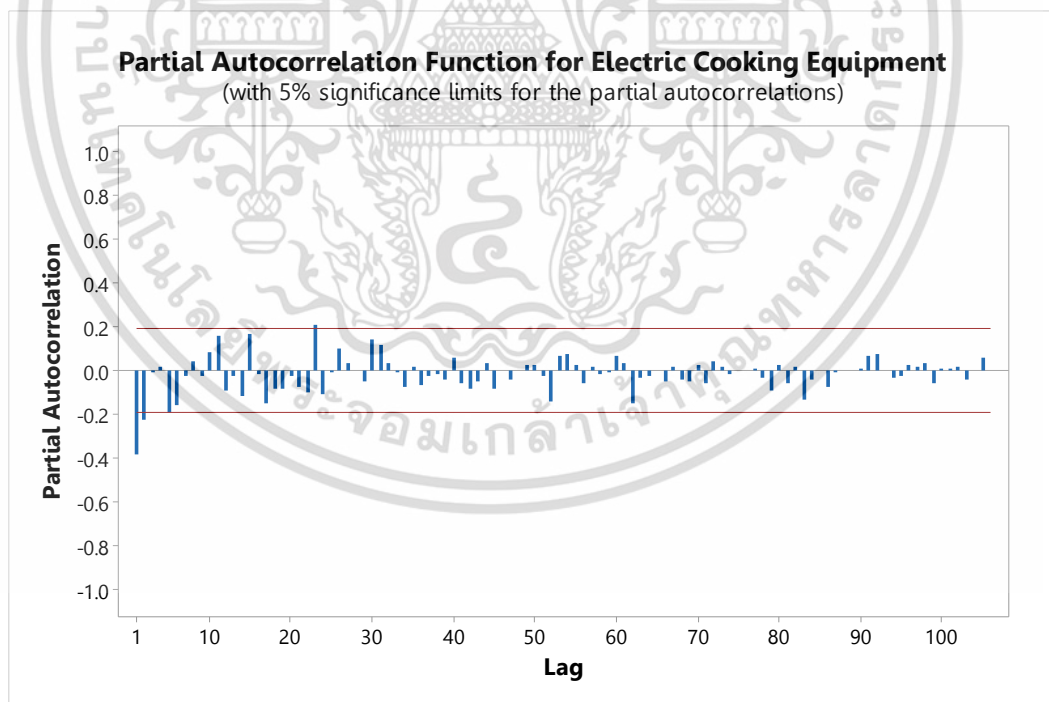
รูปที่ 4.9 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และหาผลต่างอีก 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.9 พบว่า อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และหาผลต่าง 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าชุดใหม่เป็นสเตชันนารีแล้ว จากนั้นนำอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้วไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.10 และรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 คอเรลโรลแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และหาผลต่างอีก 1 ครั้ง



รูปที่ 4.11 คอเรลโรลแกรมของ Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และหาผลต่างอีก 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นได้ว่า ACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วเข้าใกล้ 0 และจากรูปที่ 4.11 PACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วเข้าใกล้ 1 และมีการหาค่าผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $ARIMA(1,1,2)$ ในส่วนของอิทธิพลฤดูกาล พบว่า ACF และ PACF ที่ lag 12, 24, 36,... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาค่าผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $SARIMA(1,1,1)_{12}$

ดังนั้น ตัวแบบของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า คือ $ARIMA(1,1,2) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ เนื่องจากตัวแบบ $ARIMA(1,1,2) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ ไม่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจึงปรับตัวแบบเป็น $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

ตารางที่ 4.5 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\phi}_1$	-0.3687	0.0669	-5.5127	0.0000
$\hat{\phi}_2$	-0.8954	0.0652	-13.7296	0.0000
$\hat{\theta}_1$	-0.1413	0.0605	-2.3344	0.0215
$\hat{\theta}_2$	-0.9278	0.0495	-18.7265	0.0000
$\hat{\Theta}_{12}$	0.6476	0.1306	4.9597	0.0000

จากตารางที่ 4.5 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ โดยตั้งสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ ϕ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_1 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \phi_2 = 0$$

$$H_1 : \phi_2 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ ϕ_2 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_2 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0215 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$H_0 : \theta_2 = 0$$

$$H_1 : \theta_2 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ θ_2 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_2 ควรมีในตัวแบบ

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ Θ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{12} ควรมีในตัวแบบ

สรุปได้ว่า ตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า

ตารางที่ 4.6 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ

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

<i>Modified Box - Pierce (Ljung - Box) Chi - square Statistics</i>				
<i>Lag</i>	12	24	36	48
<i>Chi - Square</i>	6.7956	15.3259	22.3886	32.1414
<i>DF</i>	7	19	31	43
<i>p - value</i>	0.4505	0.7017	0.8704	0.8875

จากตารางที่ 4.6 ทำการทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ โดยพิจารณาจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยใช้สถิติทดสอบ Box-Pierce (Ljung-Box) ดังนี้

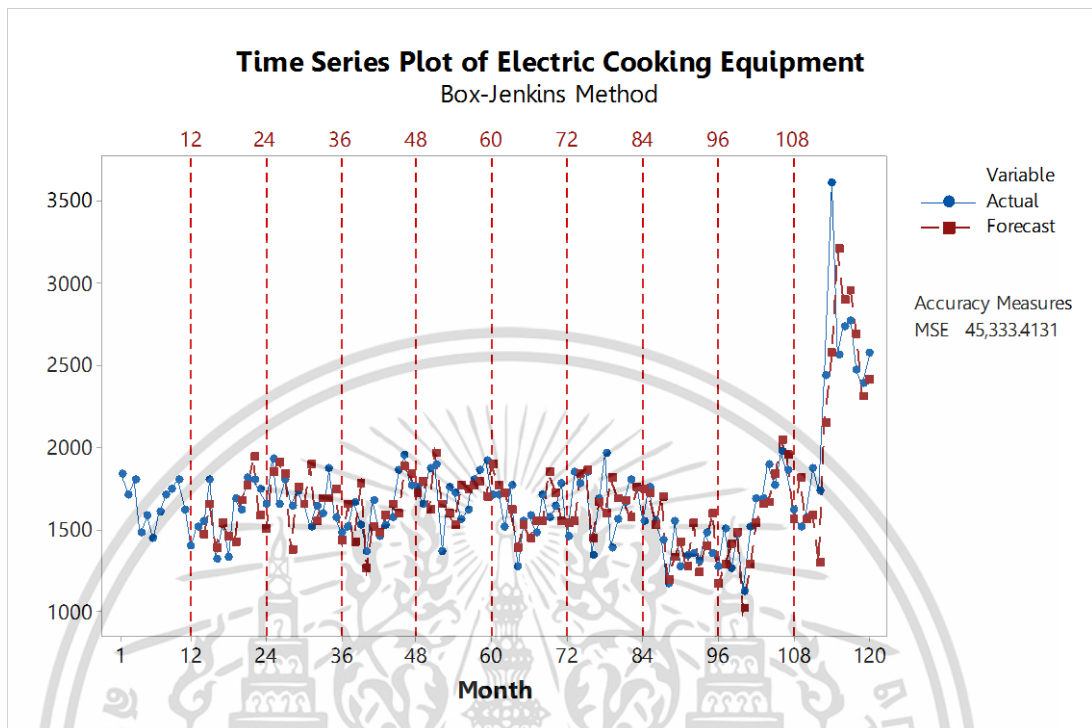
$$H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \rho_3(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \text{ อย่างน้อย 1 ค่า ไม่เท่ากับ 0 สำหรับ } k = 1, 2, 3, \dots, 12$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.4505 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, 3, ..., 12 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน ในทำนองเดียวกันการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของความคลาดเคลื่อนพร้อมกัน 24, 36, และ 48 lag จะยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา
มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

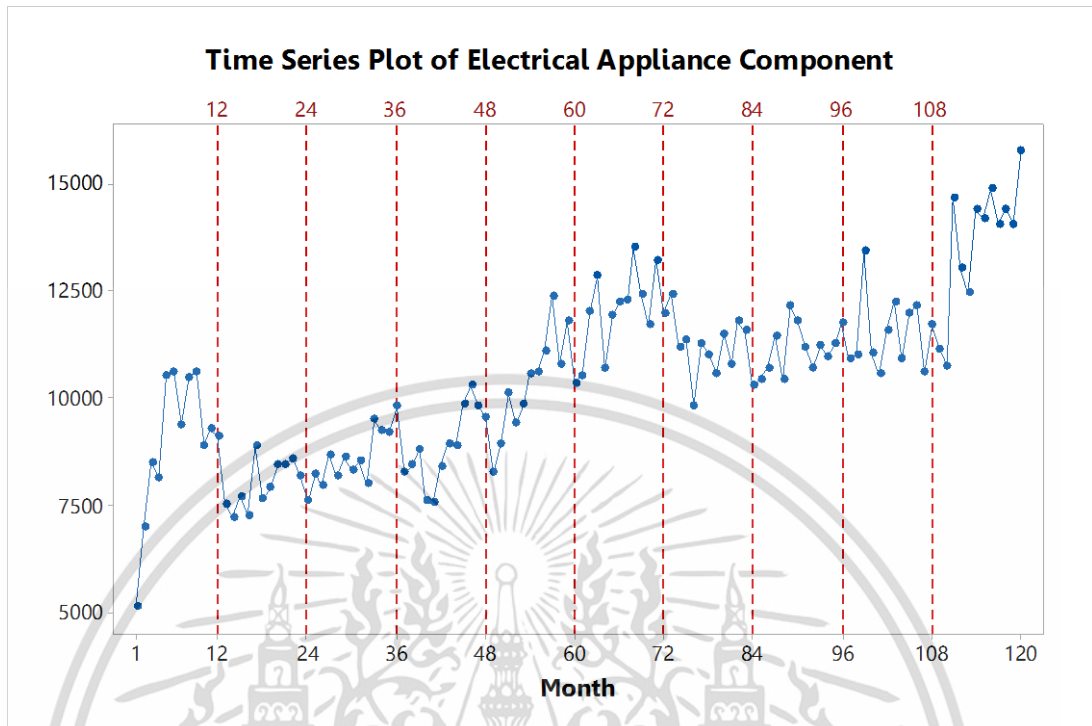
ตารางที่ 4.7 ตารางเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า

วิธีการพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ - วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก - วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	99,891.1922 99,891.1922
2. เทคนิคการปรับให้เรียบ - วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 12 ค่า) - วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 12 ค่า)	49,038.8986 49,521.0444
3. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	45,333.4131

จากตารางที่ 4.7 พบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ มีค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ 45,333.4131 ดังนั้น จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า

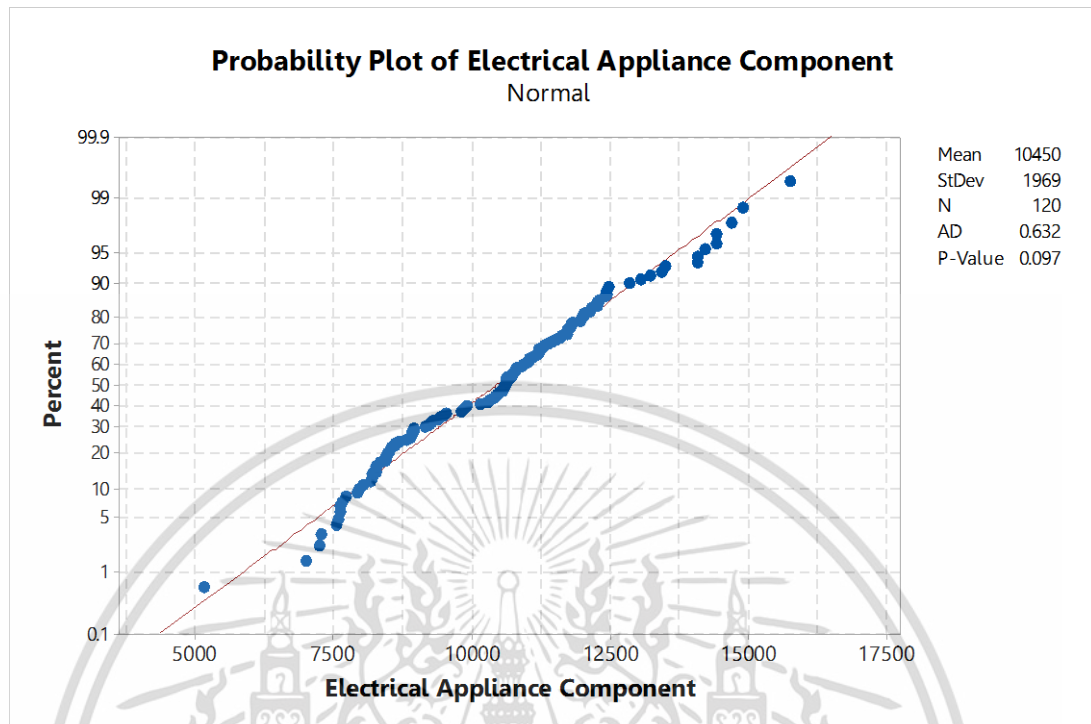


รูปที่ 4.13 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.13 พบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มแต่
อิทธิพลฤดูกาลไม่ชัดเจน จึงนำอนุกรมเวลาไปทดสอบการแจกแจงปกติ เพื่อเลือกวิธีการทดสอบ
แนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 4.14 การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้ามีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าไม่มีการแจกแจงปกติ

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned}
 AD &= -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{n+1-i})] \right\} \right] \\
 &= -120 - \frac{1}{120} \sum_{i=1}^{120} \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{121-i})] \right\} \right] \\
 &= -120 - \left[\frac{1}{120} (-14,475.48) \right] \\
 &= 0.632
 \end{aligned}$$

ปรับค่าสถิติทดสอบเป็น AD^*

$$\begin{aligned}
 AD^* &= AD \left(1 + \frac{0.75}{n} + \frac{2.25}{n^2} \right) \\
 &= 0.632 \left(1 + \frac{0.75}{120} + \frac{2.25}{120^2} \right) \\
 &= 0.636
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณวิกฤต คือ $AD^* \geq C_\alpha$

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

$$\begin{aligned} C_{0.05} &= 0.7514 \left(1 + \frac{-0.795}{120} + \frac{-0.89}{120^2} \right) \\ &= 0.7465 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $AD^* = 0.636 < C_\alpha = 0.7465$ และ $p\text{-value} = 0.097 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้ามีการแจกแจงปกติ

เนื่องจากมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้ามีการแจกแจงปกติ จึงเลือกใช้การทดสอบ แนวโน้มและอติพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์ นั่นคือ ทดสอบแนวโน้มโดยใช้การทดสอบบ็อกซ์-จุง และทดสอบอติพหุคูณโดยใช้การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง

ทดสอบแนวโน้มของมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยใช้การทดสอบบ็อกซ์-จุง

สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_{119} = 0$$

$$H_1 : \text{อย่างน้อยหนึ่ง } \rho_k \text{ ที่ไม่เท่ากับ } 0 \text{ เมื่อ } k = 1, 2, 3, \dots, 119$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} Q'_m &= n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{n-k} \\ &= 120(120+2) \left[\frac{0.7993^2}{120-1} + \frac{0.7387^2}{120-2} + \frac{0.7236^2}{120-3} + \dots + \frac{(-0.061)^2}{120-119} \right] \\ &= 2,328.4937 \end{aligned}$$

บริเวณวิกฤต คือ $Q'_m \geq \chi_{\alpha, m}^2 = \chi_{0.05, 119}^2 = 145.461$

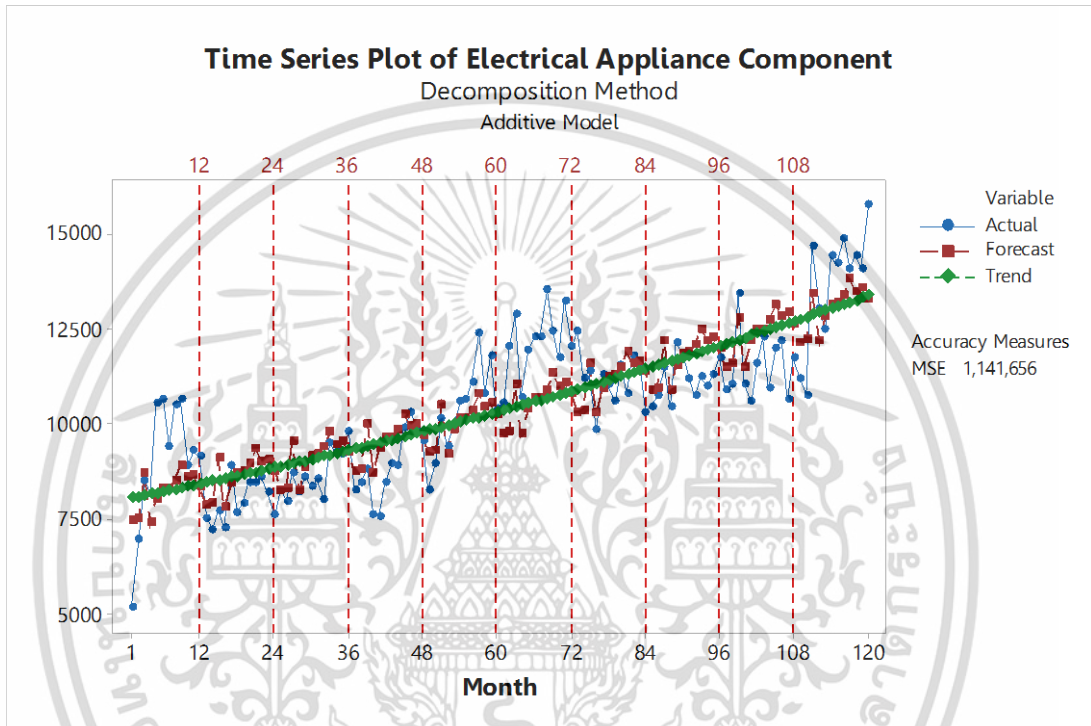
เนื่องจาก $Q'_m = 2,328.4937 > \chi_{\alpha, m}^2 = 145.461$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลฤดูกาล	1,155,280
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลฤดูกาล	1,141,656
แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลฤดูกาล	1,145,002



รูปที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ห้มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (8,022 + 31.5t + 0.1088t^2) + \hat{S}_i$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดย t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่ $\hat{S}_1 = -603.0227 \quad \hat{S}_2 = -594.8537 \quad \hat{S}_3 = 575.2771$

$\hat{S}_4 = -756.5657 \quad \hat{S}_5 = -158.1912 \quad \hat{S}_6 = 91.4329$

$\hat{S}_7 = 73.8649 \quad \hat{S}_8 = 236.5414 \quad \hat{S}_9 = 602.2597$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ที่แบบสงเนื้อหาและอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีใช้

$\hat{S}_{10} = 235.7111 \quad \hat{S}_{11} = 262.1429 \quad \hat{S}_{12} = -75.1202$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลมีผลรวมไม่เท่ากับ 0 จึงทำการปรับค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลให้ผลรวมเท่ากับ 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (8,013 + 31.5t + 0.1088t^2) + \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดย t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i=1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1^* = -593.8124$	$\hat{S}_2^* = -585.6434$	$\hat{S}_3^* = 584.4874$
	$\hat{S}_4^* = -747.3554$	$\hat{S}_5^* = -148.9809$	$\hat{S}_6^* = 100.6432$
	$\hat{S}_7^* = 83.0752$	$\hat{S}_8^* = 245.7517$	$\hat{S}_9^* = 611.4700$
	$\hat{S}_{10}^* = 244.9214$	$\hat{S}_{11}^* = 271.3532$	$\hat{S}_{12}^* = -65.9099$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -593.8124$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 593.8124 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 2, 4, 5 และ 12 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 585.6434, 747.3554, 148.9809 และ 65.9099 ล้านบาท ตามลำดับ

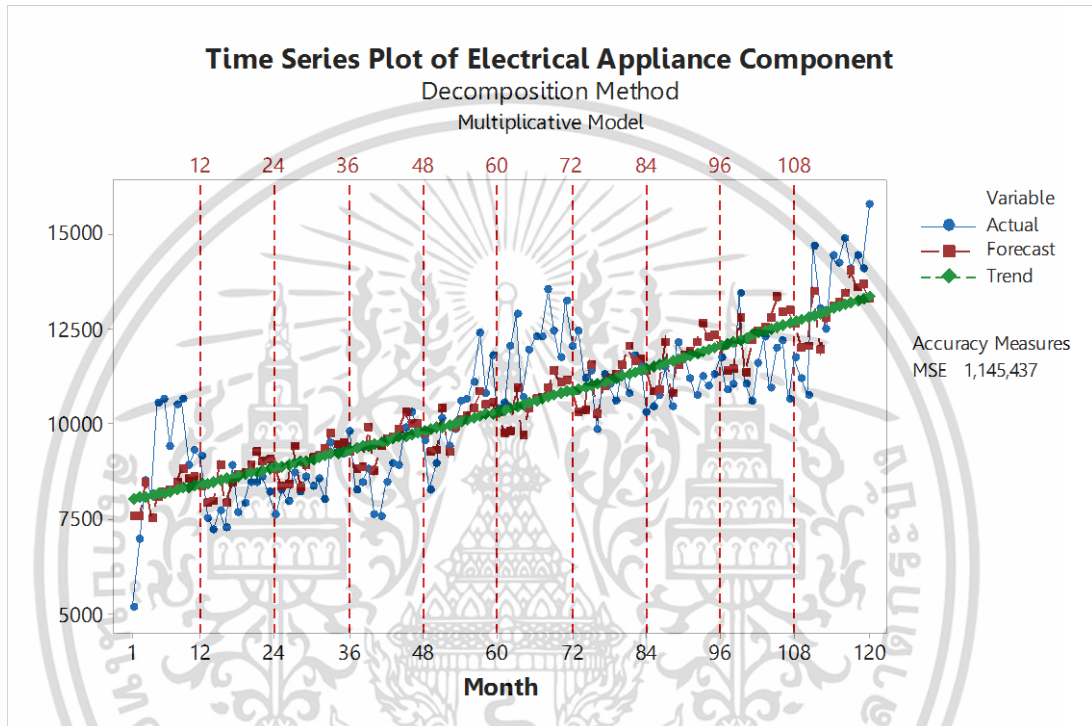
ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_3^* = 584.4874$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 584.4874 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 100.6432, 83.0752, 245.7517, 611.4700, 244.9214 และ 271.3532 ล้านบาท ตามลำดับ

4.2.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ แสดงในตารางที่ 4.9 จากตารางพบว่า ค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ กรณีแนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลฤดูกาล

ตารางที่ 4.9 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลฤดูกาล	1,156,027
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลฤดูกาล	1,145,437
แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลฤดูกาล	1,148,788



รูปที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ห้มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_i = (7,981 + 33.2t + 0.0960t^2) \times \hat{S}_i$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดย t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่

$$\hat{S}_1 = 0.9404 \quad \hat{S}_2 = 0.9417 \quad \hat{S}_3 = 1.0477$$

$$\hat{S}_4 = 0.9253 \quad \hat{S}_5 = 0.9869 \quad \hat{S}_6 = 1.0033$$

$$\hat{S}_7 = 1.0066 \quad \hat{S}_8 = 1.0229 \quad \hat{S}_9 = 1.0626$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง $\hat{S}_{10} = 1.0265$ $\hat{S}_{11} = 1.0267$ $\hat{S}_{12} = 0.9958$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลมีผลรวมไม่เท่ากับ 12 จึงทำการปรับค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลให้ผลรวมเท่ากับ 12 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (7,972 + 33.2t + 0.0959t^2) \times \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดย t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1^* = 0.9415$	$\hat{S}_2^* = 0.9427$	$\hat{S}_3^* = 1.0489$
	$\hat{S}_4^* = 0.9264$	$\hat{S}_5^* = 0.9881$	$\hat{S}_6^* = 1.0044$
	$\hat{S}_7^* = 1.0077$	$\hat{S}_8^* = 1.0241$	$\hat{S}_9^* = 1.0638$
	$\hat{S}_{10}^* = 1.0276$	$\hat{S}_{11}^* = 1.0279$	$\hat{S}_{12}^* = 0.9969$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.9415$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 5.85% ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 2, 4, 5 และ 12 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 5.73%, 7.36%, 1.19% และ 0.31% ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_3^* = 1.0489$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 4.89% ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 0.44%, 0.77%, 2.41%, 6.38%, 2.76% และ 2.79% ตามลำดับ

4.2.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยเทคนิคการปรับให้เรียบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 120 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยเทคนิคการปรับให้เรียบ เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล จึงทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

4.2.2.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α , γ , δ และ ค่า MSE

จำนวนค่าสังเกต	α	γ	δ	MSE
24	0.0158	1.0000	0.8759	2,318,098.6083
36	0.4363	0.0127	0.5637	767,640.0268
48	0.4738	0.0131	0.7018	761,172.8810
60	0.4769	0.0000	0.7695	874,244.3690
72	0.3799	0.0000	0.4455	924,016.4521
84	0.4691	0.0000	0.9066	882,377.1991
96	0.4317	0.0000	1.0000	1,035,962.0976
108	0.2069	0.2376	0.1000	1,299,512.3769

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ค่าเริ่มต้นจากค่าสังเกต 48 เดือนแรก ให้ค่า MSE ต่ำสุด คือ $MSE = 761,172.881$ จะได้ค่า $\alpha = 0.4738$, $\delta = 0.7018$ และ $\gamma = 0.0131$

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.4738$, $\delta = 0.7018$ และ $\gamma = 0.0131$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$
109	11,160.4600	10,917.1176	243.3424	11,359.6437	19.6856	-237.3682
110	10,754.1300	11,155.1307	-401.0007	11,189.3409	17.1979	-372.2871
111	14,687.4600	12,261.9060	2,425.5540	12,355.7319	32.2456	1,951.1179
112	13,037.7200	11,409.4056	1,628.3144	13,159.4498	42.3474	-377.2397
113	12,466.4900	12,909.6806	-443.1906	12,991.8198	39.5979	-455.7857
114	14,407.1900	13,243.6536	1,163.5364	13,582.6848	46.8163	641.9268
115	14,207.4500	13,794.7850	412.6650	13,825.0159	49.3764	317.6800
116	14,884.3300	13,600.2939	1,284.0361	14,482.7504	57.3423	200.0927
117	14,067.8200	15,003.9686	-936.1486	14,096.5588	51.5346	118.1586
118	14,435.5300	14,583.1683	-147.6383	14,078.1445	50.6187	380.5524
119	14,071.3100	14,115.2125	-43.9025	14,107.9628	50.3464	-29.7638
120	15,767.6000	14,540.7981	1,226.8019	14,739.5506	57.9572	835.5436

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.11 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = 14,739.5506 + 57.9572p + \hat{S}_i(120)$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, 3, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และ p อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1 = -237.3682$	$\hat{S}_2 = -372.2871$	$\hat{S}_3 = 1,951.1179$
	$\hat{S}_4 = -377.2397$	$\hat{S}_5 = -455.7857$	$\hat{S}_6 = 641.9268$
	$\hat{S}_7 = 317.6800$	$\hat{S}_8 = 200.0927$	$\hat{S}_9 = 118.1586$
	$\hat{S}_{10} = 380.5524$	$\hat{S}_{11} = -29.7638$	$\hat{S}_{12} = 835.5436$

เนื่องจากค่าวัชคณิตฤดูกาลมีผลรวมไม่เท่ากับ 0 จึงทำการปรับค่าวัชคณิตฤดูกาลให้ผลรวมเท่ากับ 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัชคณิตฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = 14,987.2695 + 57.9572p + \hat{S}_i^*(120)$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, p มีหน่วยเป็นเดือน)

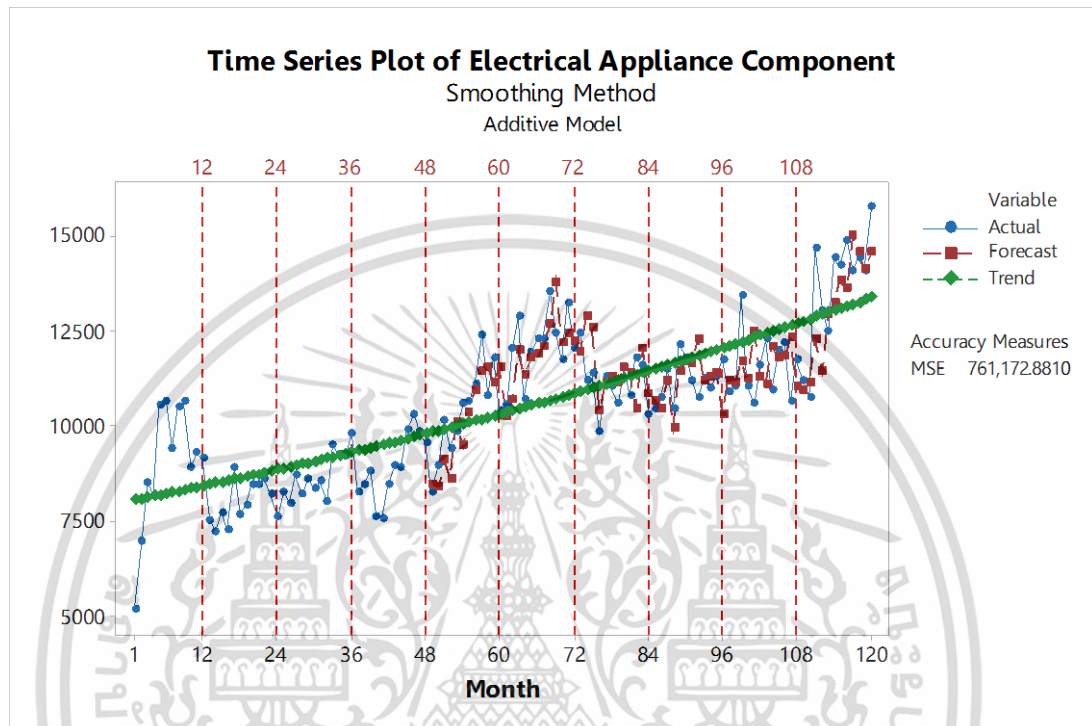
สำหรับ $p = 1, 2, 3, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และ p อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1^* = -485.0872$	$\hat{S}_2^* = -620.0061$	$\hat{S}_3^* = 1,703.3989$
	$\hat{S}_4^* = -624.9587$	$\hat{S}_5^* = -703.5047$	$\hat{S}_6^* = 394.2079$
	$\hat{S}_7^* = 69.9611$	$\hat{S}_8^* = -47.6262$	$\hat{S}_9^* = -129.5603$
	$\hat{S}_{10}^* = 132.8335$	$\hat{S}_{11}^* = -277.4828$	$\hat{S}_{12}^* = 587.8246$

ค่าวัชคณิตฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -485.0872$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 485.0872 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 2, 4, 5, 8, 9 และ 11 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 620.0061, 624.9587, 703.5047, 47.6262, 129.5603 และ 277.4828 ล้านบาท ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_3^* = 1,703.3989$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 1,703.3989 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในเดือนที่ 6, 7, 10 และ 12 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 394.2079, 69.9611, 132.8335 และ 587.8246 ล้านบาท ตามลำดับ



รูปที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 48 ค่าแรก)

4.2.2.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α, γ, δ และ ค่า MSE

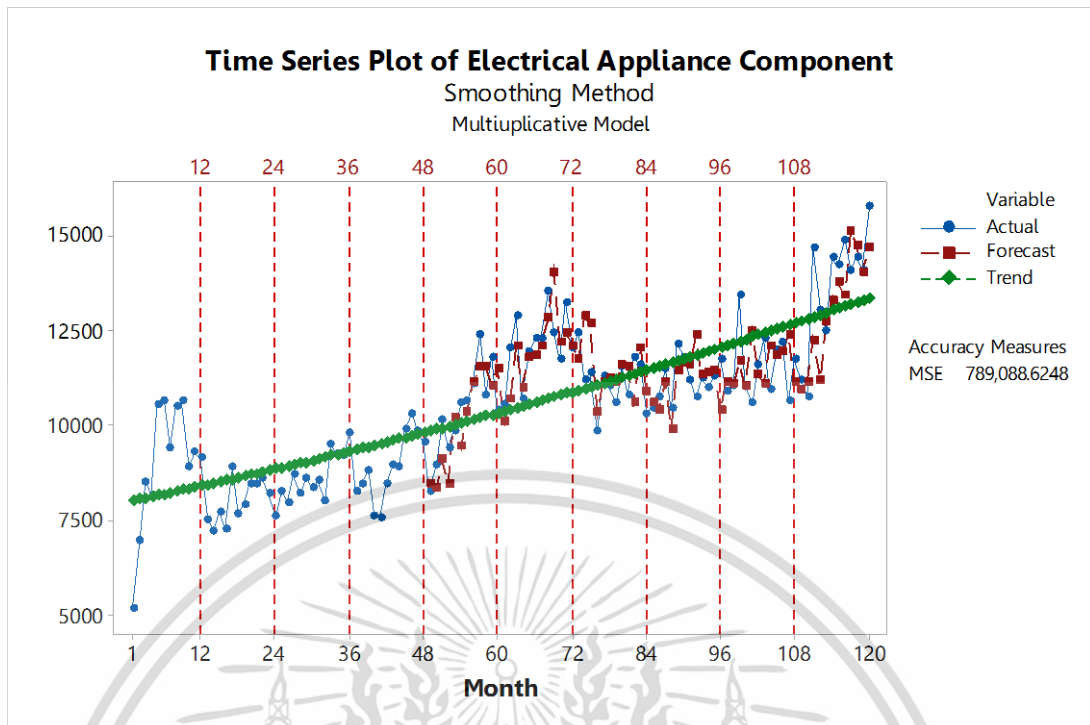
จำนวนค่าสังเกต	α	γ	δ	MSE
24	0.3672	0.0257	1.0000	822,706.7713
36	0.4146	0.0070	0.5683	810,015.8495
48	0.4524	0.0089	0.7162	789,088.6248
60	0.4481	0.0000	0.8428	918,142.5686
72	0.3521	0.0000	0.4953	986,258.8862
84	0.4489	0.0000	0.8361	953,130.6796
96	0.4145	0.0000	0.9123	1,087,085.3725
108	0.1736	0.2378	0.0954	1,365,130.8117

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ค่าเริ่มต้นจากค่าสังเกต 48 เดือนแรก ให้ค่า MSE ต่ำสุด คือ $MSE = 789,088.6248$ จะได้ค่า $\alpha = 0.4524, \gamma = 0.0089$ และ $\delta = 0.7162$

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t=109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.4524, \gamma = 0.0089$ และ $\delta = 0.7162$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$
109	11,160.4600	10,925.3889	235.0711	11,322.8116	18.2908	0.9824
110	10,754.1300	11,141.8409	-387.7109	11,162.5727	16.7032	0.9688
111	14,687.4600	12,250.2728	2,437.1872	12,185.4211	25.6504	1.1742
112	13,037.7200	11,193.2005	1,844.5195	13,121.3759	33.7454	0.9718
113	12,466.4900	12,737.9570	-271.4670	13,028.2930	32.6176	0.9601
114	14,407.1900	13,264.5682	1,142.6218	13,569.8742	37.1436	1.0486
115	14,207.4500	13,759.1090	448.3410	13,807.5966	38.9273	1.0239
116	14,884.3300	13,411.7064	1,472.6236	14,534.3083	45.0435	1.0083
117	14,067.8200	15,134.2416	-1,066.4216	14,114.6115	40.9107	1.0084
118	14,435.5300	14,717.6541	-282.1241	14,032.7694	39.8191	1.0318
119	14,071.3100	14,024.4553	46.8547	14,093.8574	40.0083	0.9979
120	15,767.6000	14,674.8837	1,092.7163	14,609.9651	44.2420	1.0676

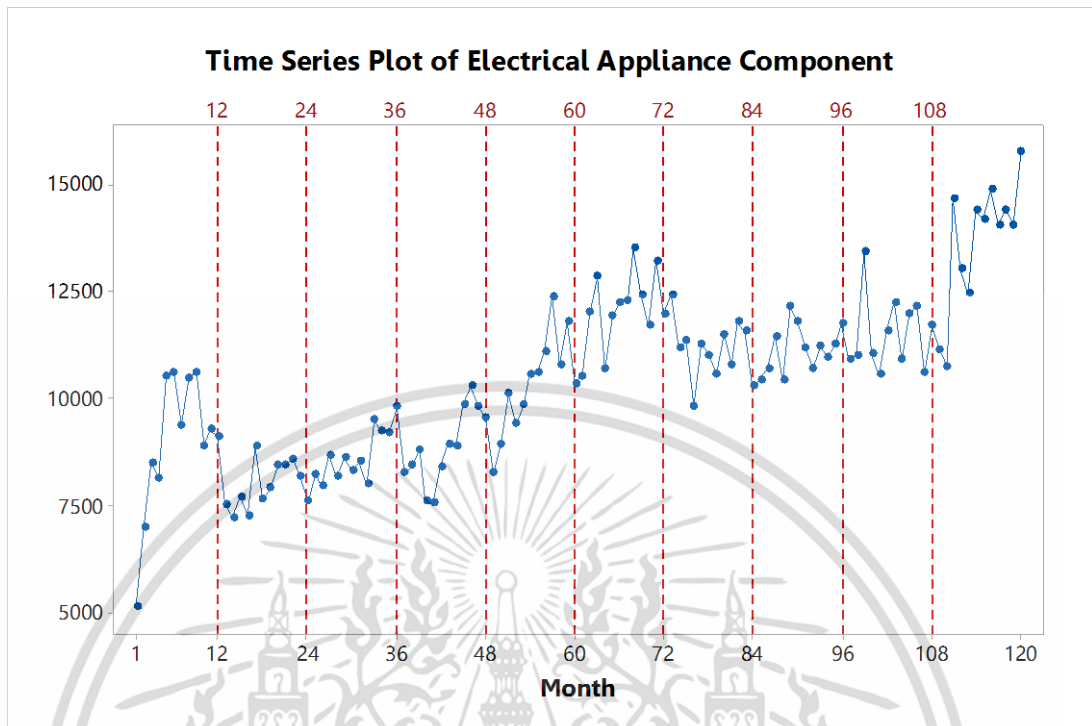
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 48 ค่าแรก)

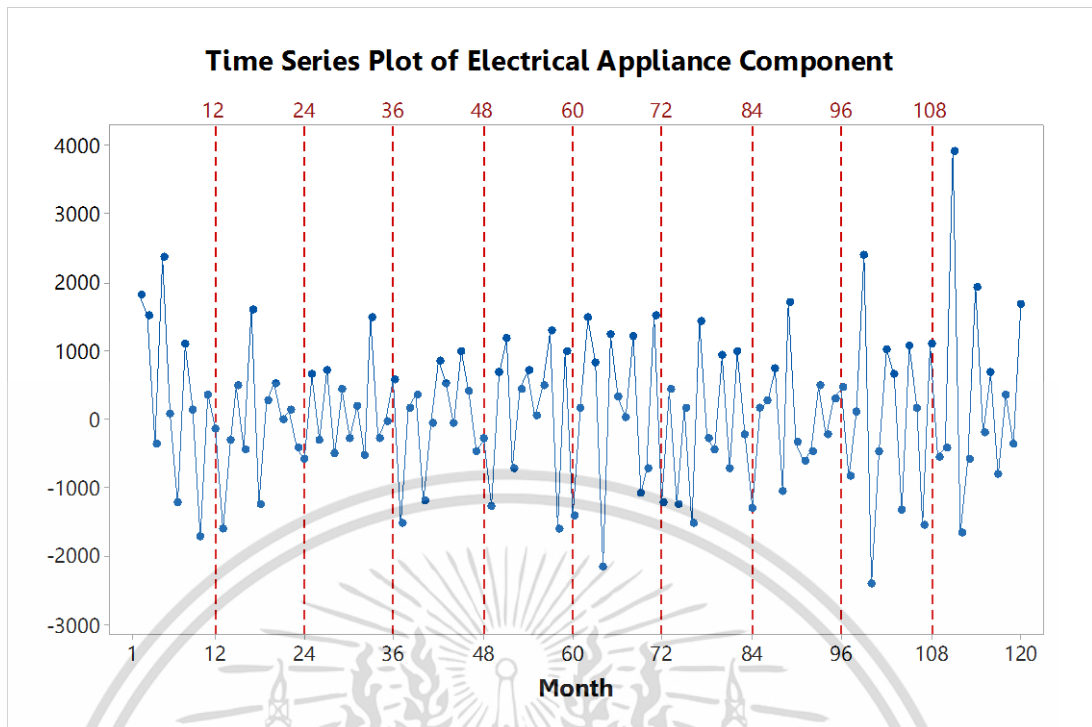
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

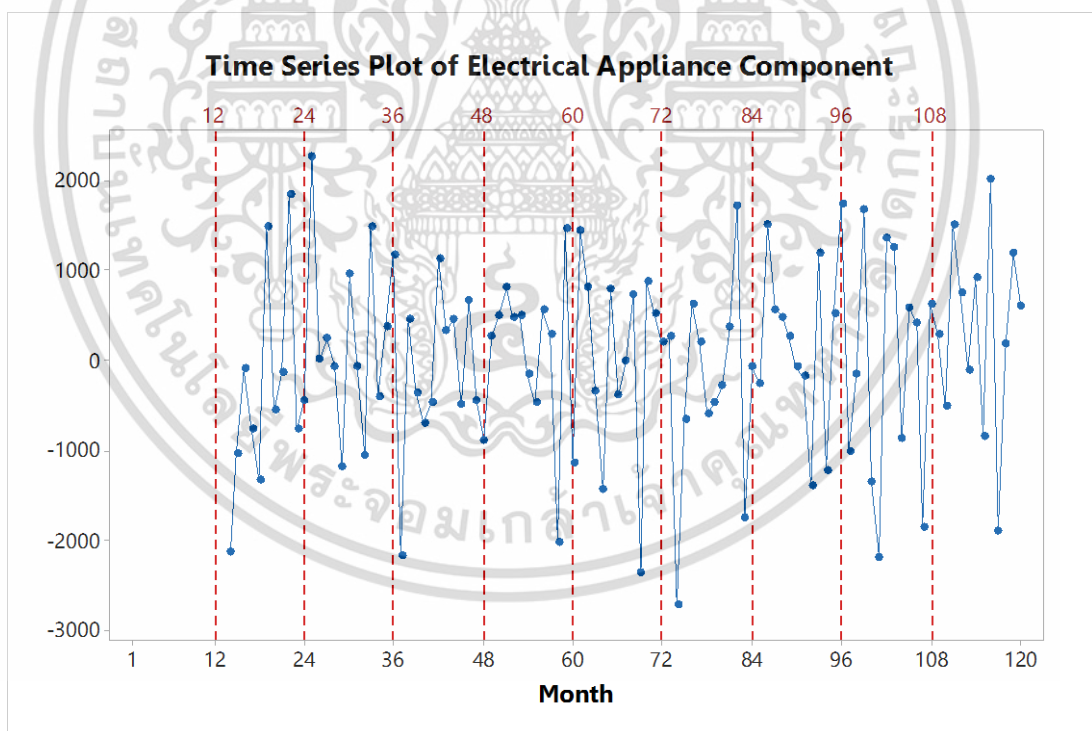


รูปที่ 4.19 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.19 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าไม่เป็นสเตชันนารี จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล ดังนั้นจึงต้องทำให้อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นสเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่าง และหาผลต่างฤดูกาล ดังรูปที่ 4.20 และรูปที่ 4.21



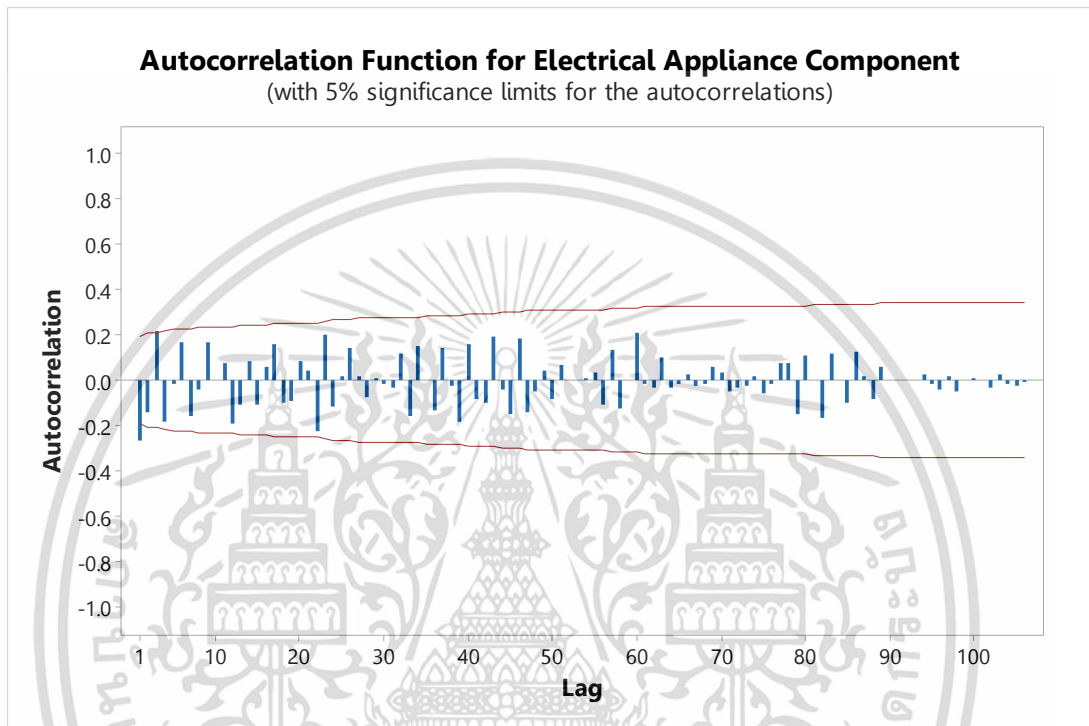
รูปที่ 4.20 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า เมื่อหาผลต่าง 1 ครั้ง



รูปที่ 4.21 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า เมื่อหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

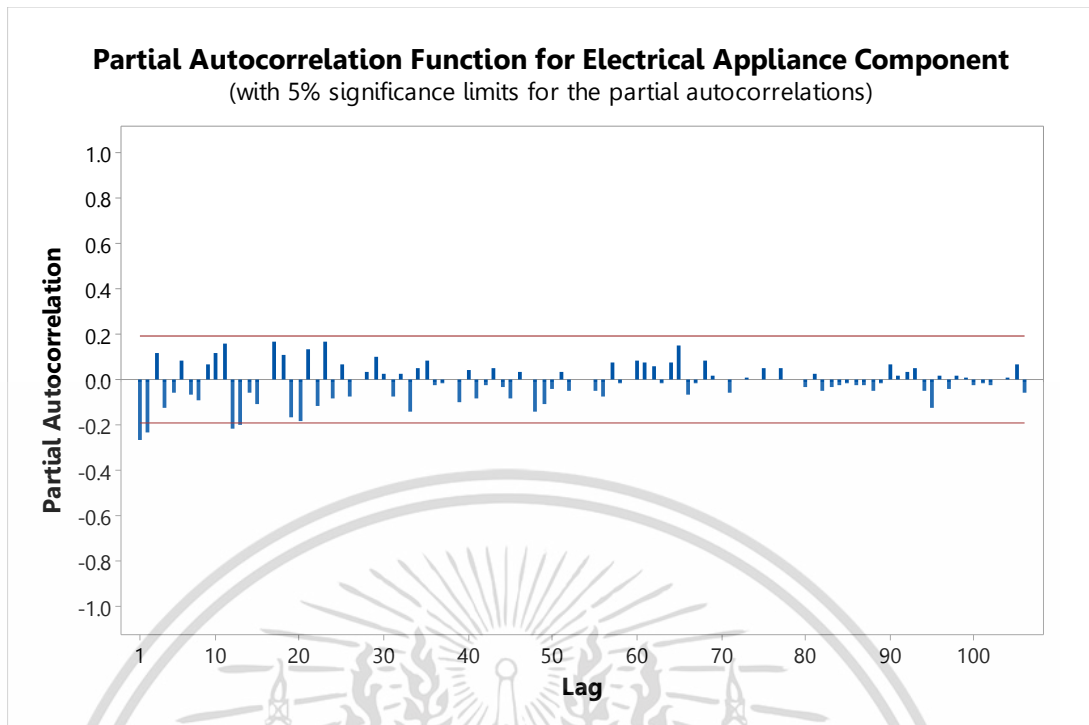
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.21 พบว่า อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้น อนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้ว จากนั้นนำอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้วไปพล็อตคอเรลโรลแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.22 และรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.22 คอเรลโรลแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 คอเรโลแกรม Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.22 จะเห็นได้ว่า ACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วเข้าใกล้ 3 และจากรูปที่ 4.23 PACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วเข้าใกล้ 2 และมีการหาผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $ARIMA(3,1,2)$ ในส่วนของอิทธิพลฤดูกาล พบว่า ACF ที่ lag 12, 24, 36, 48, ... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และ PACF cut off ที่ lag 12 และมีการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $SARIMA(1,1,0)_{12}$

ดังนั้น ตัวแบบของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(1,1,0)_{12}$ เนื่องจากตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(1,1,0)_{12}$ ไม่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจึงปรับตัวแบบเป็น $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$

ตารางที่ 4.14 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\phi}_1$	-1.4949	0.1043	-14.3325	0.0000
$\hat{\phi}_2$	-1.3836	0.1229	-11.2590	0.0000
$\hat{\phi}_3$	-0.3325	0.1045	-3.1813	0.0020
$\hat{\Phi}_{12}$	-0.5885	0.1074	-5.4808	0.0000
$\hat{\Phi}_{24}$	-0.3131	0.1145	-2.7334	0.0074
$\hat{\theta}_1$	-1.1846	0.0436	-27.1988	0.0000
$\hat{\theta}_2$	-0.9772	0.0390	-25.0536	0.0000

จากตารางที่ 4.14 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$ โดยตั้งสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ ϕ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_1 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \phi_2 = 0$$

$$H_1 : \phi_2 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ ϕ_2 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_2 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \phi_3 = 0$$

$$H_1 : \phi_3 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0020 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ ϕ_3 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_3 ควรมีในตัวแบบ

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ Φ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Φ_{12} ควรมีในตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$H_0 : \Phi_{24} = 0$$

$$H_1 : \Phi_{24} \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0074 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ Φ_{24} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Φ_{24} ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_2 = 0$$

$$H_1 : \theta_2 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ θ_2 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_2 ควรมีในตัวแบบ

สรุปได้ว่า ตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า

ตารางที่ 4.15 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ

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

<i>Modified Box - Pierce (Ljung - Box) Chi - square Statistics</i>				
<i>Lag</i>	12	24	36	48
<i>Chi - Square</i>	10.1767	27.1610	34.4577	41.3990
<i>DF</i>	5	17	29	41
<i>p - value</i>	0.0704	0.0557	0.2229	0.4532

จากตารางที่ 4.15 ทำการทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$ โดยพิจารณาจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยใช้สถิติทดสอบ Box-Pierce (Ljung-Box) ดังนี้

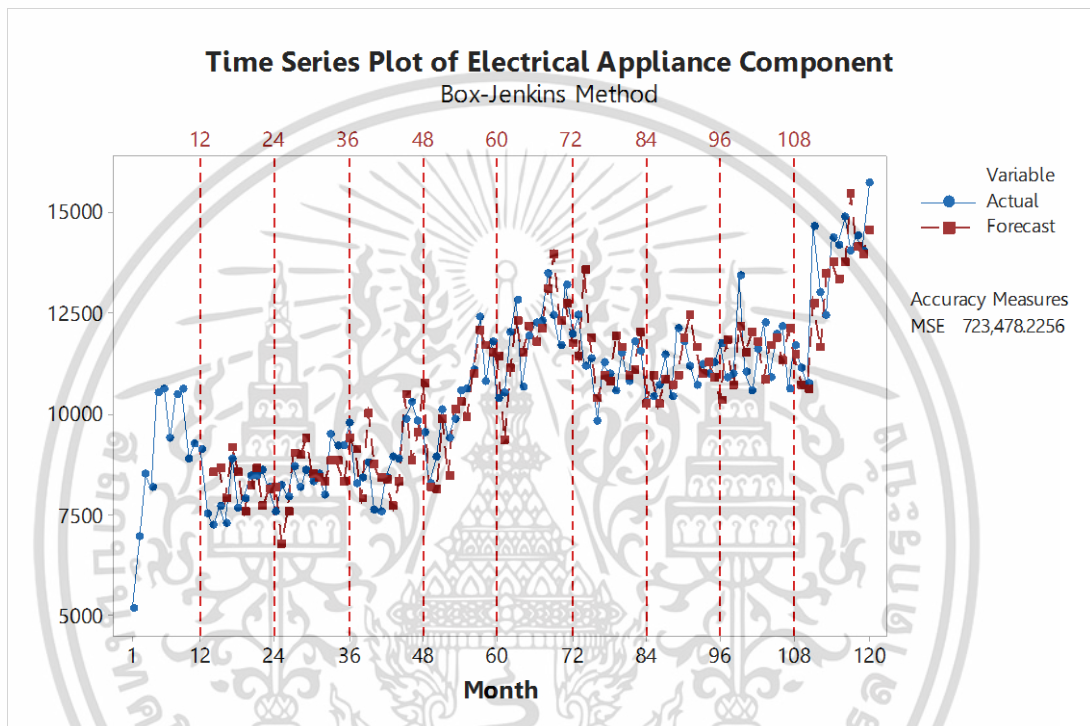
$$H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \rho_3(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \text{ อย่างน้อย 1 ค่า ไม่เท่ากับ 0 สำหรับ } k = 1, 2, 3, \dots, 12$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0704 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, 3, ..., 12 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน ในทำนองเดียวกันการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของความคลาดเคลื่อนพร้อมกัน 24, 36, และ 48 lag จะยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เช่นเดียวกัน

ดังนั้น ตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

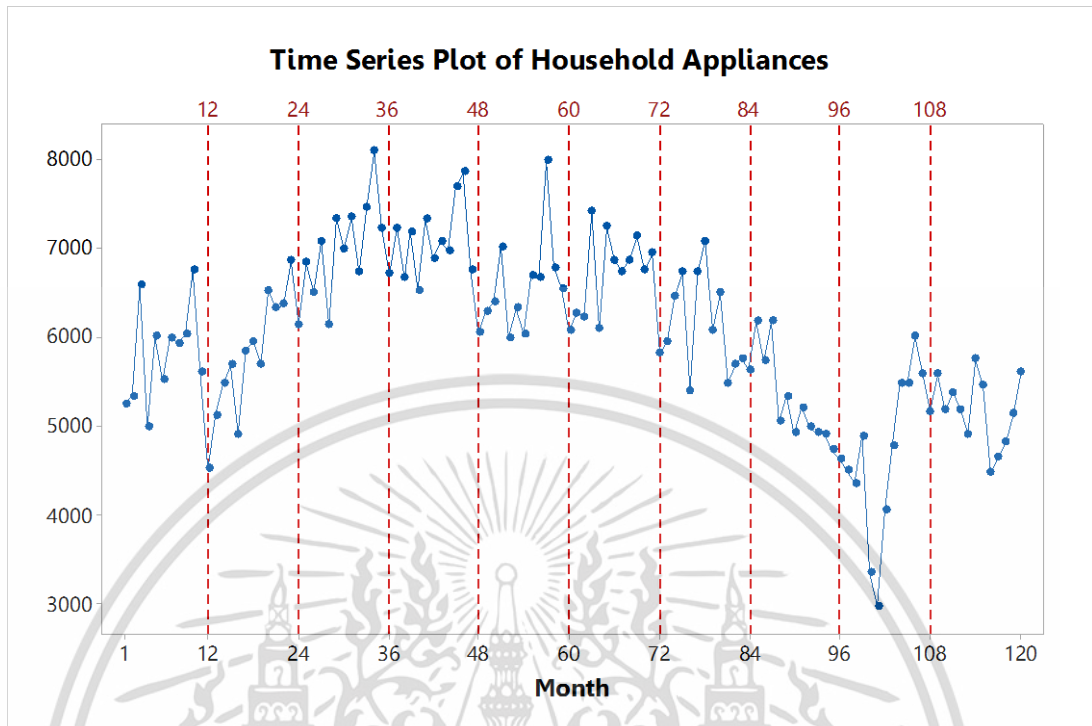
ตารางที่ 4.16 ตารางเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า

วิธีการพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ - วิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก - วิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	1,141,656.0000 1,145,437.0000
2. เทคนิคการปรับให้เรียบ - วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก - วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ	761,172.8810 789,088.6248
3. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$	723,478.2256

จากตารางที่ 4.16 พบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$ มีค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ 723,478.2256 ดังนั้น จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

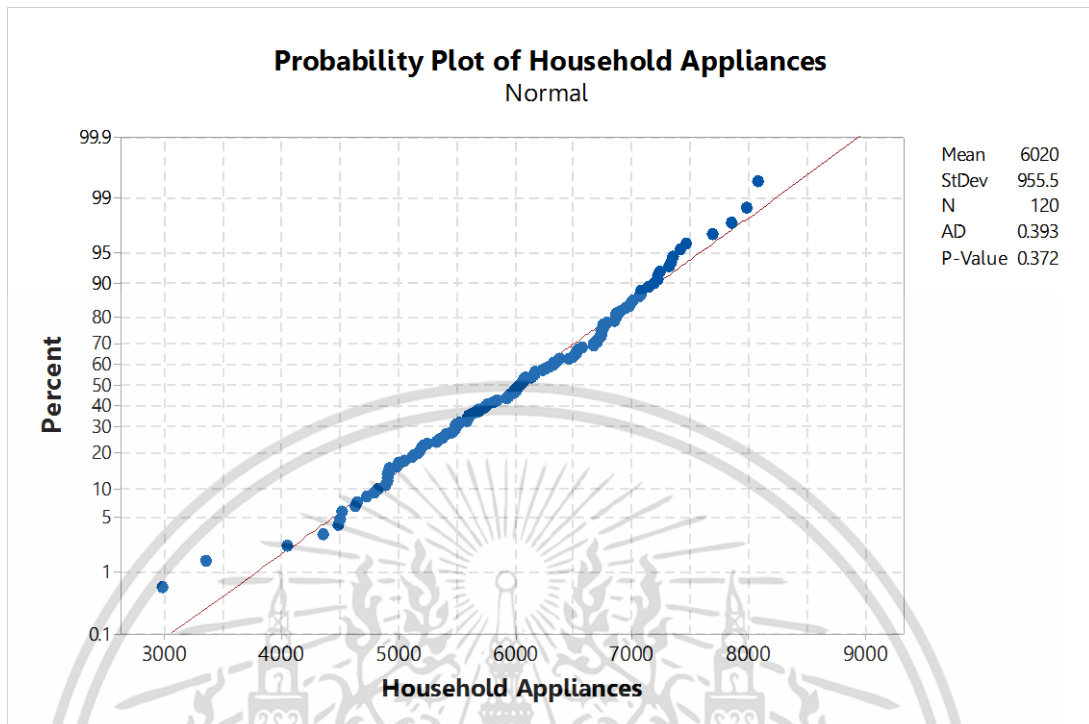


รูปที่ 4.25 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

จากรูปที่ 4.25 พบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีแนวโน้มแต่
 อธิพลงฤดูกาลไม่ชัดเจน จึงนำอนุกรมเวลาไปทดสอบการแจกแจงปกติเพื่อเลือกวิธีการทดสอบ
 แนวโน้มและอธิพลงฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ



รูปที่ 4.26 การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ไม่มีการแจกแจงปกติ

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} AD &= -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{n+1-i})] \right\} \right] \\ &= -120 - \frac{1}{120} \sum_{i=1}^{120} \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{121-i})] \right\} \right] \\ &= -120 - \left[\frac{1}{120} (-14,447.42) \right] \\ &= 0.393 \end{aligned}$$

ปรับค่าสถิติทดสอบเป็น AD^*

$$\begin{aligned} AD^* &= AD \left(1 + \frac{b_0}{n} + \frac{b_1}{n^2} \right) \\ &= 0.393 \left(1 + \frac{0.75}{120} + \frac{2.25}{120^2} \right) \\ &= 0.3955 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณวิกฤต คือ $AD^* \geq C_\alpha$

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

$$\begin{aligned} C_{0.05} &= 0.7514 \left(1 + \frac{-0.795}{120} + \frac{-0.89}{120^2} \right) \\ &= 0.7465 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $AD^* = 0.3955 < C_\alpha = 0.7464$ และ $p\text{-value} = 0.372 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีการแจกแจงปกติ

เนื่องจากมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีการแจกแจงปกติ จึงเลือกใช้การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์ นั่นคือ ทดสอบแนวโน้มโดยใช้การทดสอบบ็อกซ์-จุง และทดสอบอิทธิพลฤดูกาลโดยใช้การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง

ทดสอบแนวโน้มของมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยใช้การทดสอบบ็อกซ์-จุง

สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_{119} = 0$$

$$H_1 : \text{อย่างน้อยหนึ่ง } \rho_k \text{ ที่ไม่เท่ากับ } 0 \text{ เมื่อ } k=1, 2, 3, \dots, 119$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} Q'_m &= n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{n-k} \\ &= 120(120+2) \left(\frac{0.7607^2}{120-1} + \frac{0.7215^2}{120-2} + \frac{0.6454^2}{120-3} + \dots + \frac{0.003^2}{120-119} \right) \\ &= 1,410.882 \end{aligned}$$

บริเวณวิกฤต คือ $Q'_m \geq \chi_{\alpha, m}^2 = \chi_{0.05, 119}^2 = 145.461$

เนื่องจาก $Q'_m = 1,410.882 > \chi_{\alpha, m}^2 = 145.461$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีแนวโน้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยใช้การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง

ในการทดสอบอิทธิพลฤดูกาล เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีแนวโน้ม จึงทำการขจัดแนวโน้มออกก่อนทำการทดสอบอิทธิพลฤดูกาล

สมมติฐานการทดสอบ

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

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

ตัวสถิติทดสอบ

$$r_{12} = 0.367$$

บริเวณวิกฤต คือ $r_L \geq \frac{Z_\alpha}{\sqrt{n}} = \frac{Z_{0.05}}{\sqrt{108}} = 0.1583$

เนื่องจาก $r_L = 0.367 > \frac{Z_\alpha}{\sqrt{n}} = 0.1583$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

4.3.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีแยก

ส่วนประกอบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 120 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล จึงทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

4.3.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธี

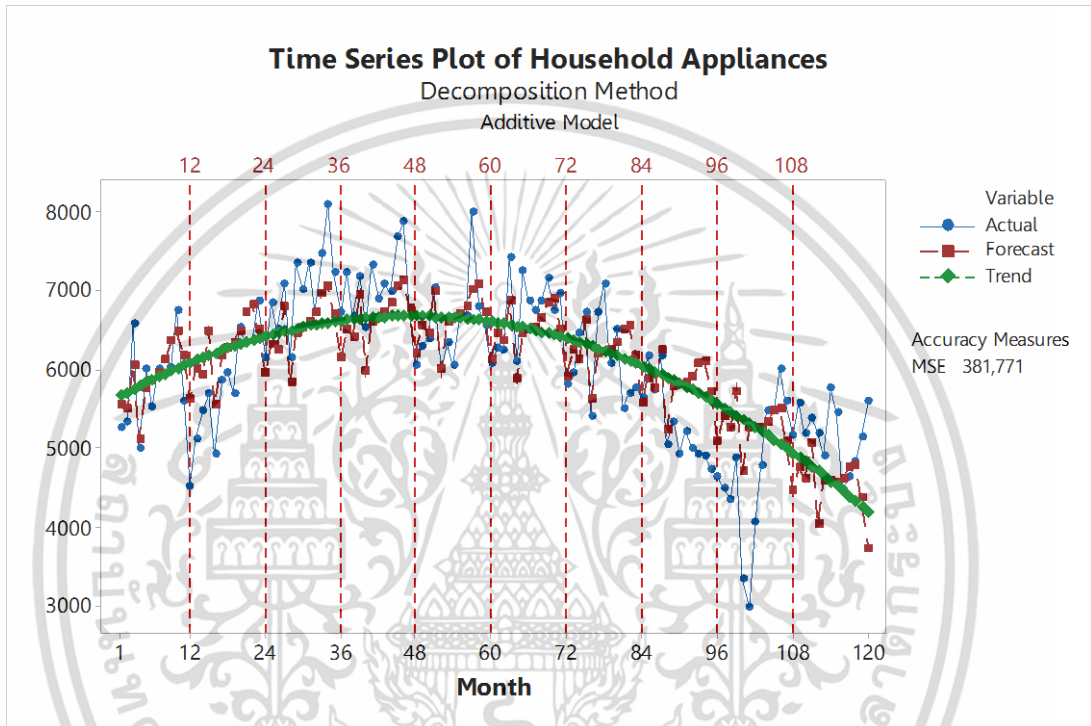
สัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก แสดงในตารางที่ 4.17 จากตารางพบว่า ค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ กรณีแนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลฤดูกาล	637,021
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลฤดูกาล	381,771
แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลฤดูกาล	658,216



รูปที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (5,602 + 44.56t - 0.4708t^2) + \hat{S}_t$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดย t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่ $\hat{S}_1 = -100.1071 \quad \hat{S}_2 = -197.8630 \quad \hat{S}_3 = 322.5174$

$\hat{S}_4 = -652.4176 \quad \hat{S}_5 = -42.3736 \quad \hat{S}_6 = 13.0579$

$\hat{S}_7 = 65.9939 \quad \hat{S}_8 = 182.4065 \quad \hat{S}_9 = 393.6417$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดูที่แบบฟอร์มเนื้อหาและทั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีใดๆ

$\hat{S}_{10} = 473.4434 \quad \hat{S}_{11} = 122.4868 \quad \hat{S}_{12} = -456.6803$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลมีผลรวมไม่เท่ากับ 0 จึงทำการปรับค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลให้ผลรวมเท่ากับ 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (5,612 + 44.56t - 0.4708t^2) + \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดย t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1^* = -110.4493$	$\hat{S}_2^* = -208.2052$	$\hat{S}_3^* = 312.1752$
	$\hat{S}_4^* = -662.7597$	$\hat{S}_5^* = -52.7158$	$\hat{S}_6^* = 2.7158$
	$\hat{S}_7^* = 55.6517$	$\hat{S}_8^* = 172.0643$	$\hat{S}_9^* = 383.2995$
	$\hat{S}_{10}^* = 463.1012$	$\hat{S}_{11}^* = 112.1446$	$\hat{S}_{12}^* = -467.0224$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -110.4493$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 110.4493 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 2, 4, 5 และ 12 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 208.2052, 662.7597, 52.7158 และ 467.0224 ล้านบาท ตามลำดับ

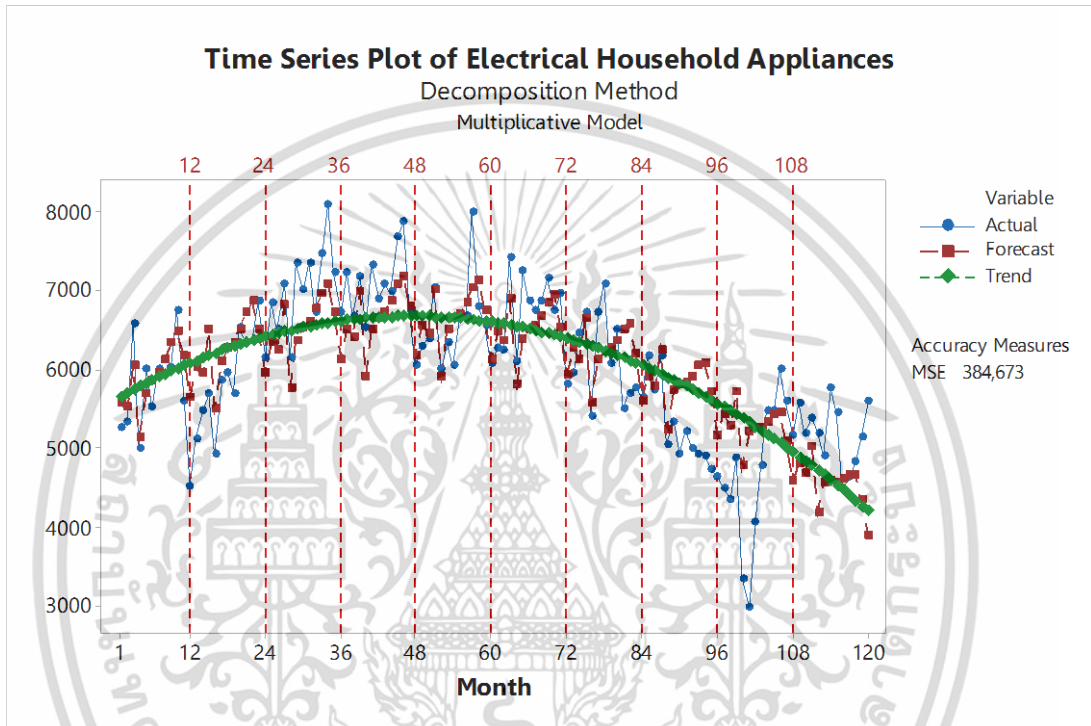
ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_3^* = 312.1752$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 312.1752 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 2.7158, 55.6517, 172.0643, 383.2995, 463.1012 และ 112.1446 ล้านบาท ตามลำดับ

4.3.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธี สัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ แสดงในตารางที่ 4.18 จากตารางพบว่า ค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ กรณีแนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลฤดูกาล

ตารางที่ 4.18 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลเส้นตรง	638,217
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลฤดูกาล	384,673
แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลฤดูกาล	658,815



รูปที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (5,602 + 44.46t - 0.4687t^2) \times \hat{S}_t$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดย t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่

$$\hat{S}_1 = 0.9858 \quad \hat{S}_2 = 0.9693 \quad \hat{S}_3 = 1.0543$$

$$\hat{S}_4 = 0.8891 \quad \hat{S}_5 = 0.9806 \quad \hat{S}_6 = 1.0005$$

$$\hat{S}_7 = 1.0102 \quad \hat{S}_8 = 1.0334 \quad \hat{S}_9 = 1.0623$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง $\hat{S}_{10} = 1.0788, \hat{S}_{11} = 1.0211, \hat{S}_{12} = 0.9285$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลมีผลรวมไม่เท่ากับ 12 จึงทำการปรับค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลให้ผลรวมเท่ากับ 12 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (5,609 + 44.51t - 0.4691t^2) \times \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดย t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i=1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1^* = 0.9847$	$\hat{S}_2^* = 0.9682$	$\hat{S}_3^* = 1.0531$
	$\hat{S}_4^* = 0.8881$	$\hat{S}_5^* = 0.9795$	$\hat{S}_6^* = 0.9993$
	$\hat{S}_7^* = 1.0090$	$\hat{S}_8^* = 1.0322$	$\hat{S}_9^* = 1.0611$
	$\hat{S}_{10}^* = 1.0775$	$\hat{S}_{11}^* = 1.0199$	$\hat{S}_{12}^* = 0.9274$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.9847$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 1.53% ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 2, 4, 5, 6 และ 12 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 3.18%, 11.19%, 2.05%, 0.07% และ 7.26% ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_3^* = 1.0531$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 5.31% ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 7, 8, 9, 10 และ 11 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 0.90%, 3.22%, 6.11%, 7.75% และ 1.99% ตามลำดับ

4.3.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยเทคนิคการปรับให้เรียบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 120 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยเทคนิคการปรับให้เรียบ เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล จึงทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

4.3.2.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้ไปประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α, γ, δ และ ค่า MSE

จำนวนค่าสังเกต	α	γ	δ	MSE
24	0.6244	0.0000	1.0000	274,388.0010
36	0.6752	0.0136	0.7795	276,613.2396
48	0.6472	0.0095	0.7670	326,953.5049
60	0.6592	0.0004	0.9232	327,026.7282
72	0.7079	0.0000	1.0000	386,096.5903
84	0.7418	0.0000	1.0000	335,956.9346
96	0.8624	0.0000	1.0000	524,406.9670
108	0.2359	0.0000	0.1000	429,884.2440

จากตารางที่ 4.19 พบว่า ค่าเริ่มต้นจากค่าสังเกต 24 เดือนแรก ให้ค่า MSE ต่ำสุด คือ $MSE = 274,388.0010$ จะได้ค่า $\alpha = 0.6244, \gamma = 0.0000$ และ $\delta = 1.0000$

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.6244, \gamma = 0.0000$ และ $\delta = 1.0000$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{S}_t(t)$
109	5,580.1000	5,157.1529	422.9471	5,695.4963	21.7000	-115.3963
110	5,177.8600	5,305.0689	-127.2089	5,637.7612	21.7000	-459.9012
111	5,380.6600	5,801.5080	-420.8480	5,396.6643	21.7000	-16.0043
112	5,188.5100	4,295.5883	892.9217	5,975.9458	21.7000	-787.4358
113	4,907.2200	5,342.7807	-435.5607	5,725.6616	21.7000	-818.4416
114	5,754.3100	5,783.5311	-29.2211	5,729.1146	21.7000	25.1954
115	5,449.7000	5,924.0782	-474.3782	5,454.5910	21.7000	-4.8910
116	4,475.1900	5,747.5914	-1,272.4014	4,681.7449	21.7000	-206.5549
117	4,646.3900	4,805.7177	-159.3277	4,603.9533	21.7000	42.4367
118	4,815.1600	4,997.0550	-181.8950	4,512.0697	21.7000	303.0903
119	5,134.4400	4,652.3714	482.0686	4,834.7956	21.7000	299.6444
120	5,597.8300	4,618.1969	979.6331	5,468.2236	21.7000	129.6064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.20 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (5,468.2236 + 21.7p) + \hat{S}_i(120)$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p=1, 2, 3, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และ p อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i=1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1 = -115.3963$	$\hat{S}_2 = -459.9012$	$\hat{S}_3 = -16.0043$
	$\hat{S}_4 = -787.4358$	$\hat{S}_5 = -818.4416$	$\hat{S}_6 = 25.1954$
	$\hat{S}_7 = -4.8910$	$\hat{S}_8 = -206.5549$	$\hat{S}_9 = 42.4367$
	$\hat{S}_{10} = 303.0903$	$\hat{S}_{11} = 299.6444$	$\hat{S}_{12} = 129.6064$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลมีผลรวมไม่เท่ากับ 0 จึงทำการปรับค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลให้ผลรวมเท่ากับ 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (5,334.1693 + 21.7p) + \hat{S}_i^*(120)$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, p มีหน่วยเป็นเดือน)

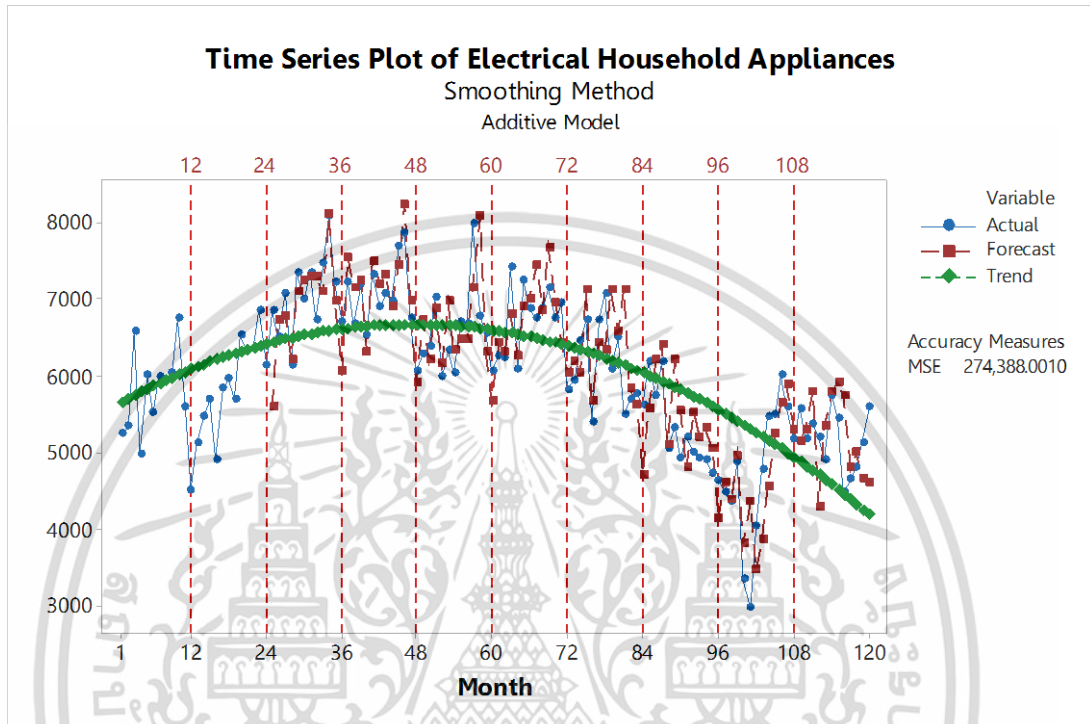
สำหรับ $p=1, 2, 3, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และ p อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i=1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1^* = -18.6580$	$\hat{S}_2^* = -325.8469$	$\hat{S}_3^* = 118.0500$
	$\hat{S}_4^* = -653.3815$	$\hat{S}_5^* = -684.3873$	$\hat{S}_6^* = 159.2497$
	$\hat{S}_7^* = 129.1633$	$\hat{S}_8^* = -72.5006$	$\hat{S}_9^* = 176.4910$
	$\hat{S}_{10}^* = 437.1446$	$\hat{S}_{11}^* = 433.6988$	$\hat{S}_{12}^* = 263.6607$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 18.6580$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 1 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 18.6580 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 3, 6, 7, 9, 10, 11 และ 12 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 118.0500, 159.2497, 129.1633, 176.4910, 437.1446, 433.6988 และ 263.6607 ล้านบาท ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_2^* = -325.8469$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 2 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 325.8469 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 4, 5 และ 8 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 653.3815, 684.3873 และ 72.5006 ล้านบาท ตามลำดับ



รูปที่ 4.29 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 24 ค่าแรก)

4.3.2.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 จำนวนค่าสังเกตในการหาค่าเริ่มต้น พร้อมทั้งค่า α , γ , δ และ ค่า MSE

จำนวนค่าสังเกต	α	γ	δ	MSE
24	0.6508	0.0012	1.0000	285,271.3911
36	0.7056	0.0167	0.7625	264,756.0371
48	0.6826	0.0110	0.6346	309,520.3588
60	0.7289	0.0022	0.8189	294,408.1375
72	0.7079	0.0000	0.6502	335,557.0102
84	0.8204	0.0000	1.0000	282,913.0457
96	0.9070	0.0000	1.0000	461,946.2571
108	0.1618	0.0000	0.0472	339,023.2411

จากตารางที่ 4.21 พบว่า ค่าเริ่มต้นจากค่าสังเกต 36 เดือนแรก ให้ค่า MSE ต่ำสุด คือ $MSE = 264,756.0371$ จะได้ค่า $\alpha = 0.7056$, $\gamma = 0.0167$ และ $\delta = 0.7625$

ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 109, 110, 111, \dots, 120$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.7056$, $\gamma = 0.0167$ และ $\delta = 0.7625$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$
109	5,580.1000	5,230.2382	349.8618	5,817.1047	8.8099	0.9551
110	5,177.8600	5,459.9974	-282.1374	5,613.4918	5.2523	0.9259
111	5,380.6600	5,816.7592	-436.0992	5,321.5007	0.2741	1.0168
112	5,188.5100	4,377.9965	810.5135	6,016.9753	11.9172	0.8529
113	4,907.2200	5,545.9613	-638.7413	5,538.9395	3.7115	0.8940
114	5,754.3100	5,688.4094	65.9006	5,587.9600	4.4704	1.0289
115	5,449.7000	5,763.4219	-313.7219	5,377.6307	0.8729	1.0175
116	4,475.1900	5,629.4589	-1,154.2689	4,600.3406	-12.1597	0.9903
117	4,646.3900	4,723.2507	-76.8607	4,535.4977	-13.0420	1.0256
118	4,815.1600	4,798.9419	16.2181	4,533.2401	-12.8614	1.0619
119	5,134.4400	4,601.5143	532.9257	4,889.7894	-6.6745	1.0424
120	5,597.8300	4,546.0315	1,051.7985	5,680.3122	6.6769	0.9725

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.22 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (5,680.3122 + 6.6769p) \times \hat{S}_i$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p=1, 2, 3, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และ p อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i=1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1 = 0.9551$	$\hat{S}_2 = 0.9259$	$\hat{S}_3 = 1.0168$
	$\hat{S}_4 = 0.8529$	$\hat{S}_5 = 0.8940$	$\hat{S}_6 = 1.0289$
	$\hat{S}_7 = 1.0175$	$\hat{S}_8 = 0.9903$	$\hat{S}_9 = 1.0256$
	$\hat{S}_{10} = 1.0619$	$\hat{S}_{11} = 1.0424$	$\hat{S}_{12} = 0.9725$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลมีผลรวมไม่เท่ากับ 12 จึงทำการปรับค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลให้ผลรวมเท่ากับ 12 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (5,578.0660 + 6.5567p) \times \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554, p มีหน่วยเป็นเดือน)

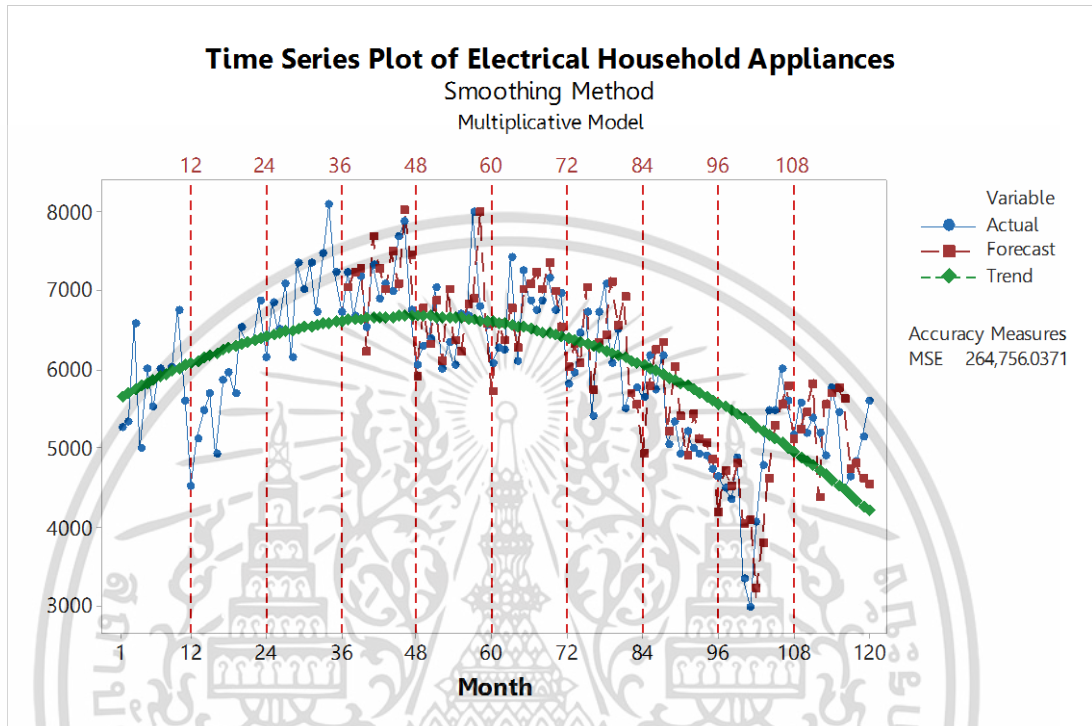
สำหรับ $p=1, 2, 3, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และ p อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i=1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่	$\hat{S}_1^* = 0.9726$	$\hat{S}_2^* = 0.9429$	$\hat{S}_3^* = 1.0355$
	$\hat{S}_4^* = 0.8685$	$\hat{S}_5^* = 0.9104$	$\hat{S}_6^* = 1.0478$
	$\hat{S}_7^* = 1.0361$	$\hat{S}_8^* = 1.0085$	$\hat{S}_9^* = 1.0444$
	$\hat{S}_{10}^* = 1.0814$	$\hat{S}_{11}^* = 1.0615$	$\hat{S}_{12}^* = 0.9904$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.9726$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 2.74% ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 2, 4, 5 และ 12 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 5.71%, 13.15%, 8.96% และ 0.96% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

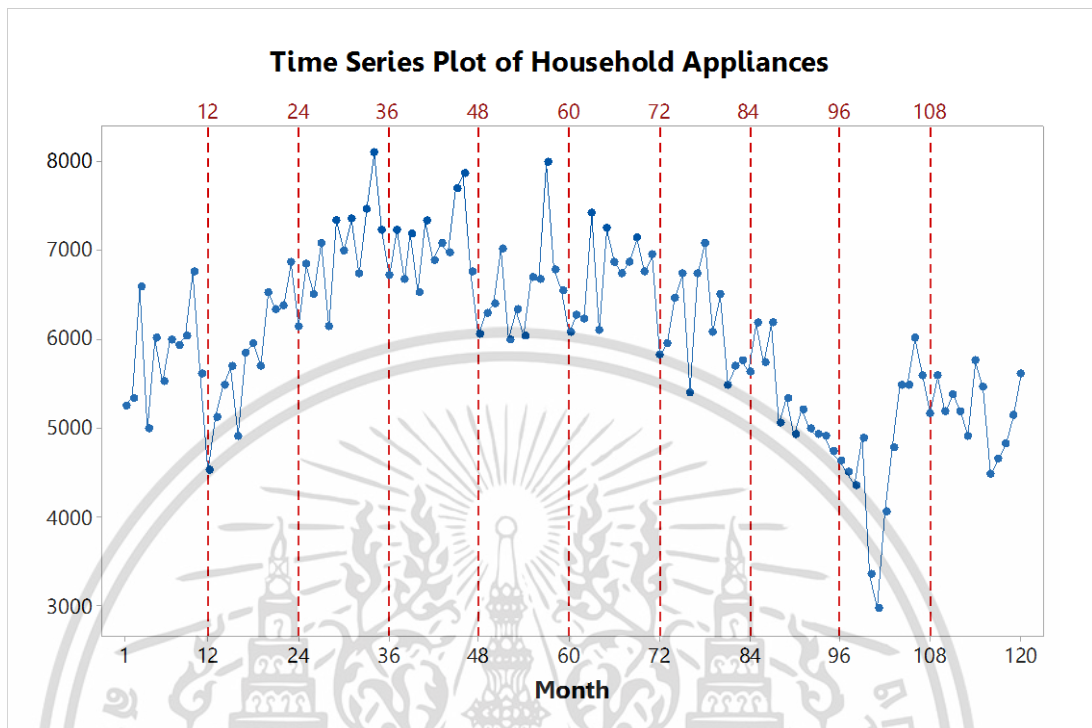
ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $S_3^* = 1.0355$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 3.55% ในทำนองเดียวกัน มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ในเดือนที่ 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 4.78%, 3.61%, 0.85%, 4.44%, 8.14% และ 6.15% ตามลำดับ



รูปที่ 4.30 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีปรับให้เรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโพลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 36 ค่าแรก)

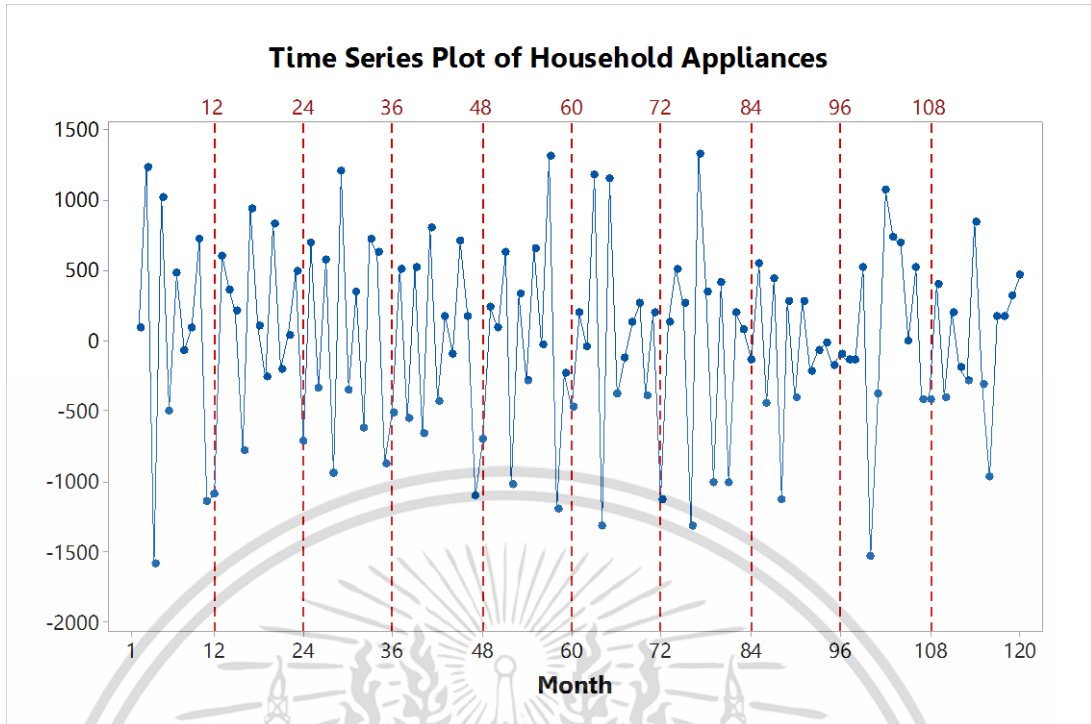
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

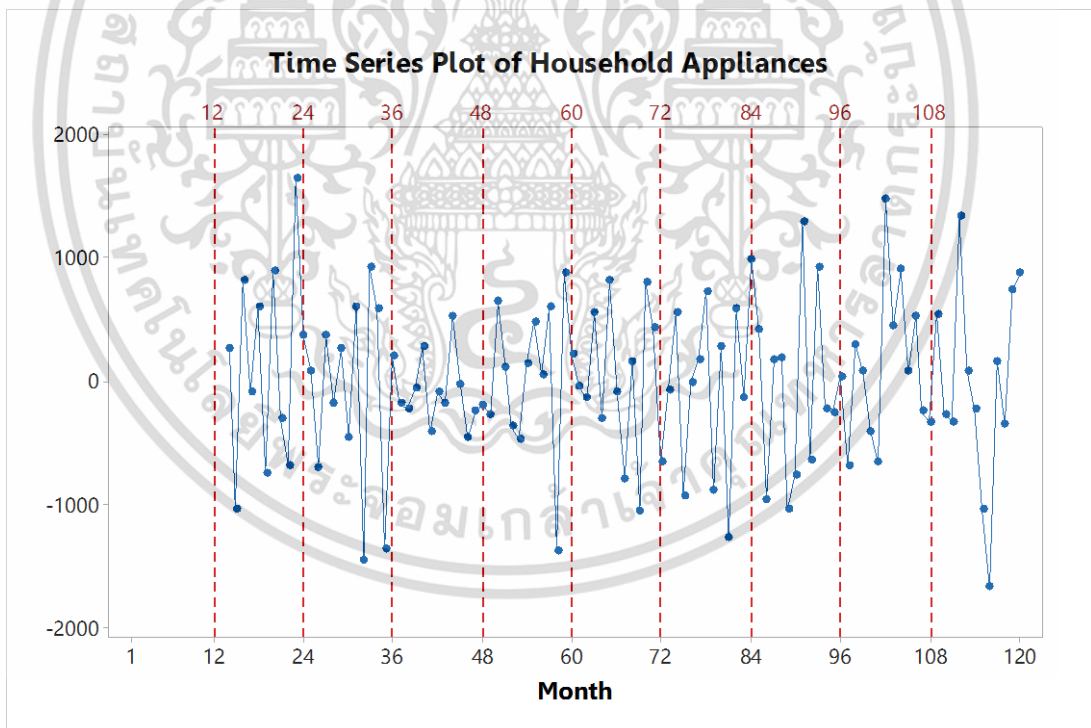


รูปที่ 4.31 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

จากรูปที่ 4.31 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ไม่เป็นสเตชันนารี จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล ดังนั้น จึงต้องทำให้อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ เป็นสเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่าง และหาผลต่างฤดูกาล ดังรูปที่ 4.32 และรูปที่ 4.33



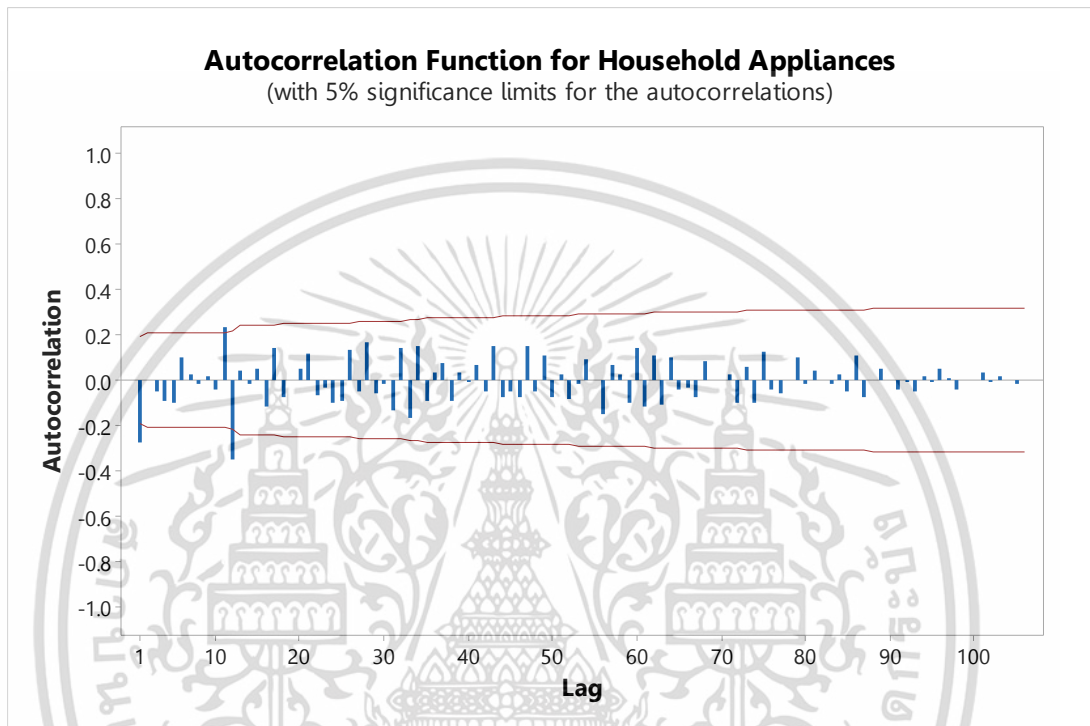
รูปที่ 4.32 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ เมื่อหาผลต่าง 1 ครั้ง



รูปที่ 4.33 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ เมื่อหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

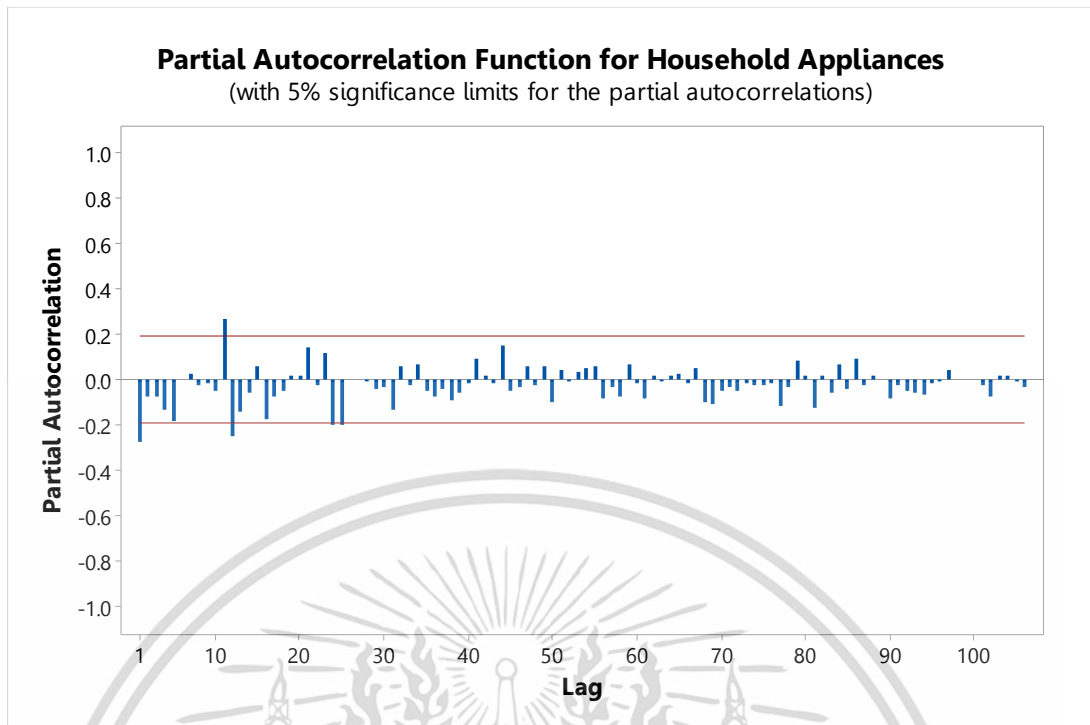
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.32 พบว่า อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้น อนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้ว จากนั้นนำอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้วไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.34 และรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.34 คอเรลโรแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 คอเรลโรลแกรม Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.34 จะเห็นได้ว่า ACF cut off ที่ lag 1 และจากรูปที่ 4.35 PACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วเข้าใกล้ 0 และมีการหาผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ในส่วนของอิทธิพลฤดูกาลพบว่า ACF มีลักษณะ cut off ที่ lag 12 และ PACF ที่ lag 12, 24, 36, 48, ... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $SARIMA(0,1,1)_{12}$

ดังนั้น ตัวแบบของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ คือ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

ตารางที่ 4.23 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\theta}_1$	0.3907	0.0940	4.1561	0.0000
$\hat{\theta}_{12}$	0.8234	0.0912	9.0263	0.0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.23 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ โดยตั้งสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.0000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ Θ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{12} ควรมีในตัวแบบ

สรุปได้ว่า ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

ตารางที่ 4.24 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

<i>Modified Box - Pierce (Ljung - Box) Chi - square Statistics</i>				
<i>Lag</i>	12	24	36	48
<i>Chi - Square</i>	11.7491	21.0490	36.0126	48.2919
<i>DF</i>	10	22	34	46
<i>p - value</i>	0.3022	0.5177	0.3745	0.3804

จากตารางที่ 4.24 ทำการทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ โดยพิจารณาจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยใช้สถิติทดสอบ Box-Pierce (Ljung-Box) ดังนี้

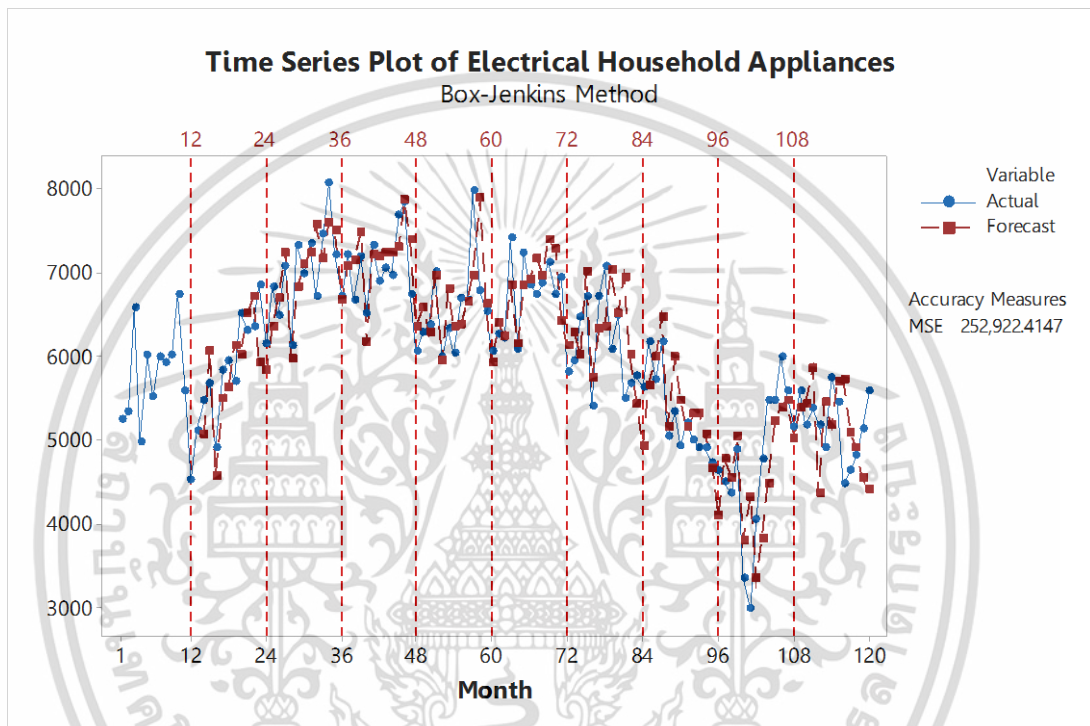
$$H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \rho_3(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \text{ อย่างน้อย 1 ค่า ไม่เท่ากับ 0 สำหรับ } k = 1, 2, 3, \dots, 12$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.3022 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, 3, ..., 12 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน ในทำนองเดียวกันการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของความคลาดเคลื่อนพร้อมกัน 24, 36, และ 48 lag จะยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เช่นเดียวกัน

ดังนั้น ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ



รูปที่ 4.36 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 ตารางเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

วิธีการพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ	
- วิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	381,771.0000
- วิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	384,673.0000
2. เทคนิคการปรับให้เรียบ	
- วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก	274,388.0010
- วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ	264,756.0371
3. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	252,922.4147

จากตารางที่ 4.25 พบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ มีค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ 252,922.4147 ดังนั้น จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

จากบทที่ 4 ที่กล่าวถึง การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ จากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน กำลังสอง (MSE) ที่ให้ค่าต่ำสุดของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ เทคนิคการปรับ ให้ เรียบ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เพื่อทำการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน อื่น ๆ ในบทนี้จะนำผลการวิเคราะห์มากล่าวถึงโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

5.1. สรุปผลการวิเคราะห์

5.2. ข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลการวิเคราะห์

5.1.1. อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลามูลค่าการ ส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า จากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 120 ค่า โดยมีค่า MSE เท่ากับ 45,333.4131 ได้ตัวแบบ คือ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ซึ่งได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

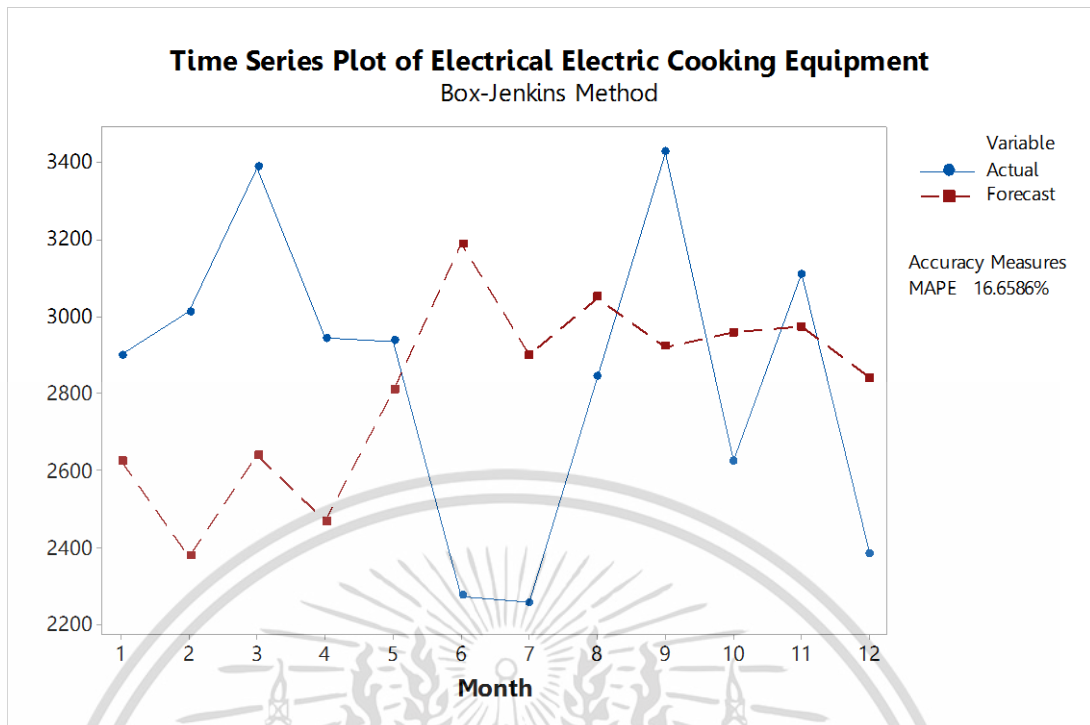
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 & Y_{120} + Y_{108+l} - Y_{107+l} - (0.3687)Y_{118+l} - (0.3687)Y_{107+l} \\
 & + (0.8954)Y_{106+l} - (0.8954)Y_{118+l} - (0.3687)Y_{106+l} \\
 & + (0.8954)Y_{117+l} - (0.8954)Y_{105+l} + (0.1413)e_{120} \\
 & + (0.9278)e_{118+l} - (0.6476)e_{108+l} - (0.0915)e_{107+l} \\
 & + (0.6008)e_{106+l} \\
 & \hat{Y}_{120}(l-1) + Y_{108+l} - Y_{107+l} - (0.3687)Y_{120} \\
 & - (0.3687)Y_{107+l} + (0.8954)Y_{106+l} - (0.8954)Y_{120} \\
 & - (0.3687)Y_{106+l} + (0.8954)Y_{117+l} - (0.8954)Y_{105+l} \\
 & + (0.9278)e_{118+l} - (0.6476)e_{108+l} - (0.0915)e_{107+l} \\
 & + (0.6008)e_{106+l} \\
 & \hat{Y}_{120}(l-1) + Y_{108+l} - Y_{107+l} - (0.3687)\hat{Y}_{120}(l-2) \\
 & - (0.3687)Y_{107+l} + (0.8954)Y_{106+l} - (0.8954)\hat{Y}_{120}(l-2) \\
 & - (0.3687)Y_{106+l} + (0.8954)Y_{117+l} - (0.8954)Y_{105+l} \\
 & - (0.6476)e_{108+l} - (0.0915)e_{107+l} + (0.6008)e_{106+l} \\
 & \hat{Y}_{120}(l-1) + Y_{108+l} - Y_{107+l} - l - (0.3687)\hat{Y}_{120}(l-2) \\
 & - (0.3687)Y_{107+l} + (0.8954)Y_{106+l} - (0.8954)\hat{Y}_{120}(l-2) \\
 & - (0.3687)Y_{106+l} + (0.8954)\hat{Y}_{120}(l-3) - (0.8954)Y_{105+l} \\
 & - (0.6476)e_{108+l} + (0.0915)e_{107+l} + (0.6008)e_{106+l}
 \end{aligned}$$

สำหรับ $l=1$
 สำหรับ $l=2$
 สำหรับ $l=3$
 สำหรับ $l \geq 4$

จากสมการพยากรณ์ที่ได้จะนำมาพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และนำค่าพยากรณ์ที่ได้มา เปรียบเทียบข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564) ซึ่งได้ค่า MAPE เท่ากับ 16.6586% แสดงว่าค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 16.6586% ดังรูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

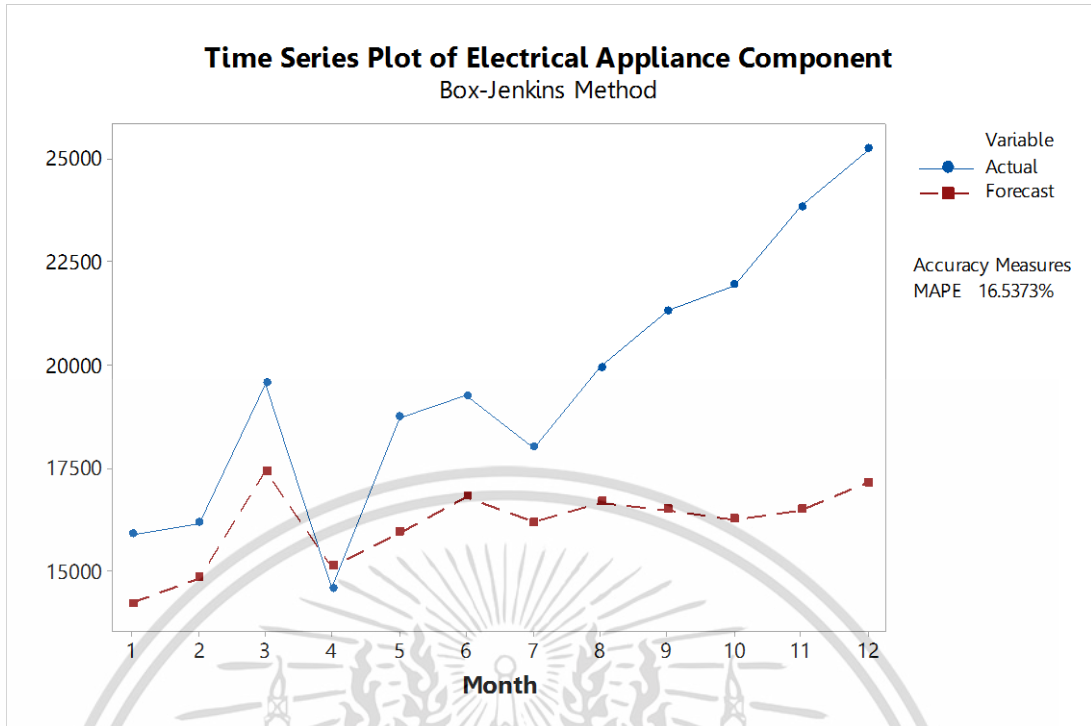


รูปที่ 5.1 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบที่ใช้ไฟฟ้า และค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลา ล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

5.1.2. อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า จากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 120 ค่า โดยมีค่า MSE เท่ากับ 723,478.2256 ได้ตัวแบบ คือ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$ ซึ่งได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



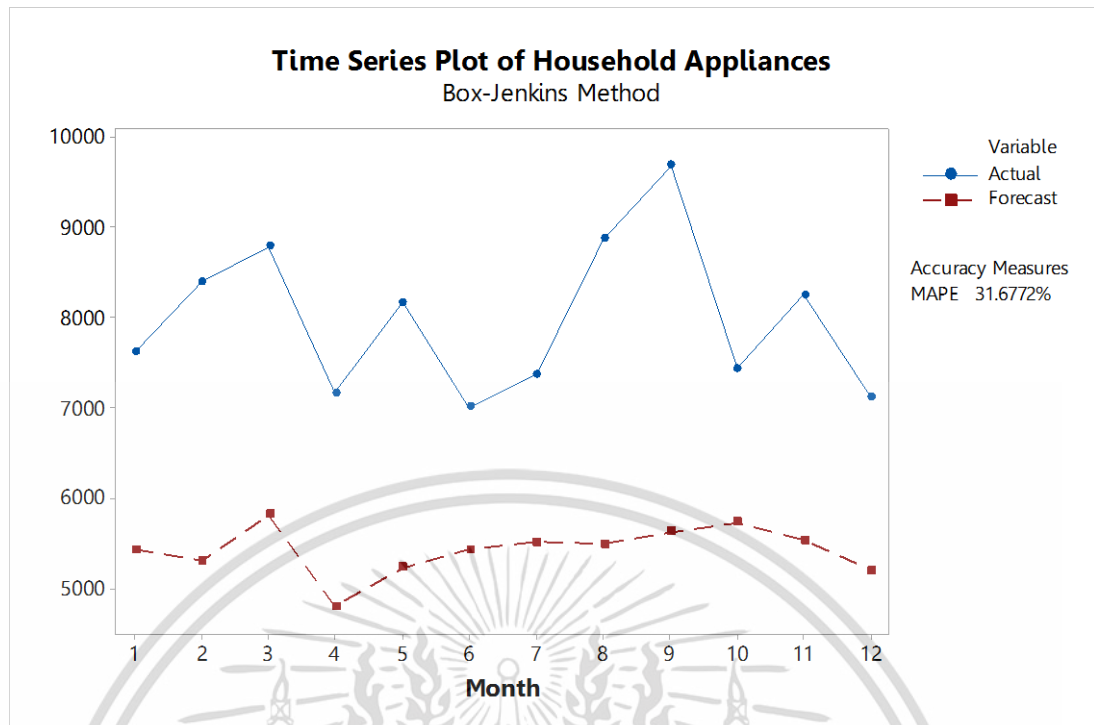
รูปที่ 5.2 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลา ล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

5.1.3. อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่นๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 120 ค่า โดยมีค่า MSE เท่ากับ 252,922.4147 ได้ตัวแบบ คือ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ พร้อมค่าคงที่ ซึ่งได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{120}(l) = \begin{cases} Y_{120} - (0.3907)e_{120} + Y_{108+l} - (0.8234)e_{108+l} & \text{สำหรับ } l=1 \\ -Y_{107+l} + (0.3211)e_{107+l} \\ \hat{Y}_{120}(l-1) + Y_{108+l} - (0.8234)e_{108+l} - Y_{107+l} & \text{สำหรับ } l=2 \\ + (0.3217)e_{107+l} \\ \hat{Y}_{120}(l-2) + Y_{108+l} + (0.8234)Y_{108+l} - Y_{107+l} & \text{สำหรับ } l \geq 3 \\ + (0.3217)e_{107+l} \end{cases}$$

จากสมการพยากรณ์ที่ได้จะนำมาพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564) ซึ่งได้ค่าเอกสารนี้ MAPE เท่ากับ 31.6772 แสดงว่าค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 31.6772% ดังรูปที่ 5.3 ด้านการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ และค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลา ล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

ตารางที่ 5.1 สรุปผลวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

อนุกรมเวลา	วิธีการพยากรณ์	MSE	MAPE
มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า	วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	45,333.4131	16.6586%
มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า	วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$	723,478.2256	16.5373%
มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ	วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	252,922.4147	31.6772%

จากตารางที่ 5.1 สรุปว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ไฟฟ้า ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 16.6586% วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 16.5373% และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 31.6772% เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(2,1,2) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งให้ค่า MAPE เท่ากับ 16.5886% จะเห็นได้ว่า MAPE ให้ค่าอยู่ระหว่าง 10-20% บ่งบอกได้ว่าค่าพยากรณ์อยู่ในระดับความแม่นยำ (Lewis, 1982) ดังนั้นจึงสามารถนำสมการพยากรณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้าในอนาคตได้

เนื่องจากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(3,1,2) \times SARIMA(2,1,0)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งให้ค่า MAPE เท่ากับ 16.5373% จะเห็นได้ว่า MAPE ให้ค่าอยู่ระหว่าง 10-20% บ่งบอกได้ว่าค่าพยากรณ์อยู่ในระดับความแม่นยำ (Lewis, 1982) ดังนั้นจึงสามารถนำสมการพยากรณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าในอนาคตได้

เนื่องจากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่นๆ ซึ่งให้ค่า MAPE เท่ากับ 31.6772% จะเห็นได้ว่า MAPE ให้ค่าอยู่ระหว่าง 20-50% บ่งบอกได้ว่าค่าพยากรณ์อยู่ในระดับยอมรับได้ (Lewis, 1982) ดังนั้นจึงสามารถนำสมการพยากรณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

เมื่อมีการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานเข้ามาใหม่ ควรทำการปรับปรุงตัวแบบพยากรณ์ใหม่ เพื่อจะทำให้มีความเป็นปัจจุบันอยู่เสมอ และตัวแบบที่ได้จะมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ที่แม่นยำมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 2564. สินค้าเครื่องใช้ไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.ditp.go.th/contents_attach/730297/730297.pdf
- กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 2565. บทสรุปภาวะการณ์ส่งออกกับกลยุทธ์การปรับตัวของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของไทยในอนาคต. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.ryt9.com/s/ryt9/216863>
- จรรยา เทนสันเทียะ. 2564. การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวโพดของประเทศไทย. เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2549. การพยากรณ์เชิงปริมาณ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทีโพสท์ไทยแลนด์. 2563. ความหมายของเครื่องใช้ไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.tpostthailand.com>.
- ธนวัฒน์ ศรีเวทย์บดี, พรธิรา เต็มแป้น และพีรดา โพธิ์ศิริ. 2565. การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น และเครื่องใช้ไฟฟ้า. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วรางคณา เรียนสุทธิ. 2562. ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกปลาหมึกและผลิตภัณฑ์. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 2: 537-551.
- วรางคณา เรียนสุทธิ. 2563. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 2: 238-251.
- อุปภิภูษา อินทรสาด และ นัสมล บุตรวิเศษ. 2565. ตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 1: 76-86.
- อุรชา จันทรภา และนันทชัย กานตานั้นทะ. 2564. การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยด้วยวิธีอนุกรมเวลา. วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน. 9: 12-20.
- Akaike, H. 1973. Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. International Symposium on Information Theory. 2. nded. Petrov B.N. and Csaki F.. Budapest: Akademiai Kiado.
- George E.P. Box, Gwilym M. Jenkins and Gregory C. Reinsel. 1994. Time Series Analysis. Prentice Hall Englewood Cliffs, N.J.

Lewis, C.D. 1982. Industrial and Business Forecasting Methods. London Butterworth Scientific.

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนเนื้อหาสำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

- ภาคผนวก ก1 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2565
- ภาคผนวก ก2 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2565
- ภาคผนวก ก3 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2565



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก1 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2565

หน่วย: ล้านบาท

เดือน	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565
มกราคม	1,841.00	1,518.67	1,930.80	1,510.76	1,649.89	1,711.29	1,853.21	1,753.19	1,505.85	1,512.24	2,898.09
กุมภาพันธ์	1,711.94	1,546.70	1,648.90	1,668.62	1,871.99	1,511.63	1,776.18	1,545.55	1,259.86	1,574.95	3,009.99
มีนาคม	1,800.88	1,804.50	1,802.07	1,525.24	1,895.10	1,765.90	1,842.65	1,429.70	1,469.68	1,875.19	3,385.00
เมษายน	1473.20	1,321.22	1,642.82	1,365.70	1,364.02	1,265.89	1,342.13	1,163.66	1,126.7	1,735.42	2,941.11
พฤษภาคม	1,579.74	1,539.88	1,736.94	1,678.74	1,754.67	1,543.28	1,684.06	1,547.70	1,509.46	2,433.37	2,935.72
มิถุนายน	1,441.58	1,330.61	1,647.73	1,456.29	1,725.90	1,578.08	1,966.20	1,273.02	1,682.47	3,619.12	2,272.44
กรกฎาคม	1,603.90	1,689.32	1,515.17	1,526.81	1,565.27	1,477.51	1,391.18	1,334.72	1,683.33	2,565.16	2,256.56
สิงหาคม	1,714.00	1,619.34	1,636.88	1,576.05	1,616.09	1,710.77	1,563.62	1,351.32	1,896.06	2,741.58	2,842.32
กันยายน	1,746.45	1,812.79	1,592.08	1,854.52	1,807.40	1,568.64	1,668.89	1,309.57	1,764.25	2,771.70	3,424.21
ตุลาคม	1,802.20	1,801.78	1,870.75	1,947.45	1,858.19	1,638.80	1,800.06	1,473.58	1,971.72	2,467.53	2,624.15
พฤศจิกายน	1,621.53	1,741.52	1,575.46	1,763.07	1,920.34	1,780.54	1,758.20	1,356.71	1,858.98	2,386.80	3,107.95
ธันวาคม	1,396.80	1,657.39	1,477.61	1,753.00	1,707.71	1,455.12	1,549.61	1,274.20	1,619.93	2,573.65	2,384.16

ภาคผนวก ก2 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2565

หน่วย: ล้านบาท

เดือน	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565
มกราคม	5,249.84	5,120.65	6,842.77	7,226.71	6,295.21	6,272.75	5,950.28	6,175.80	4,495.72	5,580.10	15,885.05
กุมภาพันธ์	5,338.52	5,477.13	6,503.11	6,667.49	6,295.21	6,229.93	6,464.47	5,731.36	4,357.98	5,177.86	16,153.30
มีนาคม	6,577.84	5,685.91	7,082.18	7,186.48	7,019.65	7,417.88	6,726.75	6,176.72	4,885.63	5,380.66	19,552.65
เมษายน	4,985.30	4,911.13	6,136.22	6,524.06	5,995.13	6,095.71	5,401.41	5,046.52	3,350.44	5,188.51	14,573.84
พฤษภาคม	6,009.48	5,850.49	7,342.52	7,323.22	6,327.72	7,246.72	6,732.02	5,332.46	2,977.01	4,907.22	18,714.56
มิถุนายน	5,514.29	5,955.22	6,997.78	6,892.64	6,038.97	6,866.12	7,083.33	4,925.74	4,049.76	5,754.31	19,250.05
กรกฎาคม	5,996.40	5,695.10	7,350.89	7,069.20	6,702.45	6,745.09	6,077.50	5,210.48	4,784.88	5,449.70	17,993.90
สิงหาคม	5,931.22	6,528.09	6,730.28	6,979.50	6,670.20	6,745.09	6,497.63	4,994.21	5,480.71	4,475.19	19,930.52
กันยายน	6,029.64	6,326.14	7,461.49	7,690.51	7,984.73	7,140.63	5,490.58	4,921.99	5,485.60	4,646.39	21,311.31
ตุลาคม	6,751.48	6,367.01	8,090.64	7,860.88	6,782.05	6,751.10	5,690.91	4,907.01	6,007.03	4,815.16	21,933.89
พฤศจิกายน	5,601.62	6,861.96	7,220.57	6,751.15	6,548.55	6,949.21	5,763.73	4,727.24	5,588.01	5,134.44	23,829.82
ธันวาคม	4,516.10	6,148.04	6,712.29	6,055.15	6,073.94	5,820.45	5,630.96	4,635.29	5,171.39	5,597.83	25,215.50

ภาคผนวก ก3 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2565

หน่วย: ล้านบาท

เดือน	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565
มกราคม	5,159.78	7,528.13	8,252.01	8,273.51	8,271.07	10,537.69	12,438.23	10,454.03	10,907.76	11,160.46	7,619.60
กุมภาพันธ์	6,982.94	7,223.91	7,953.12	8,441.87	8,948.93	12,022.11	11,193.58	10,720.48	11,021.81	10,754.13	8,399.30
มีนาคม	8,512.19	7,718.90	8,684.60	8,810.88	10,125.17	12,854.53	11,361.44	11,459.27	13,435.27	14,687.46	8,789.86
เมษายน	8,164.41	7,280.23	8,182.96	7,612.53	9,415.01	10,697.97	9,837.78	10,420.06	11,040.08	13,037.72	7,166.83
พฤษภาคม	10,536.92	8,894.38	8,610.82	7,568.40	9,859.78	11,940.31	11,284.00	12,144.36	10,571.10	12,466.49	8,170.15
มิถุนายน	10,623.36	7,655.55	8,333.64	8,427.85	10,563.65	12,257.29	11,016.29	11,802.78	11,598.09	14,407.19	7,010.37
กรกฎาคม	9,397.54	7,923.02	8,536.01	8,955.59	10,613.37	12,295.04	10,584.88	11,194.71	12,253.18	14,207.45	7,380.14
สิงหาคม	10,489.56	8,453.75	8,006.77	8,890.98	11,108.98	13,512.34	11,520.13	10,727.93	10,914.15	14,884.33	8,878.00
กันยายน	10,628.92	8,455.27	9,500.70	9,885.48	12,401.98	12,436.31	10,809.70	11,218.62	11,993.51	14,067.82	9,689.43
ตุลาคม	8,912.70	8,589.66	9,235.14	10,296.57	10,797.16	11,706.58	11,801.31	10,985.75	12,167.04	14,435.53	7,442.22
พฤศจิกายน	9,275.84	8,184.57	9,211.14	9,832.21	11,792.88	13,227.75	11,579.21	11,292.35	10,617.30	14,071.31	8,262.49
ธันวาคม	9,137.30	7,598.61	9,803.54	9,542.39	10,370.96	12,008.66	10,289.60	11,752.09	11,712.79	15,767.60	7,112.63

ภาคผนวก ข

- ภาคผนวก ข1 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson-Darling)
- ภาคผนวก ข2 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า
- ภาคผนวก ข2 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า
- ภาคผนวก ข3 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข1 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson-Darling)

Significance Level α	a_α	b_0	b_1
0.2	0.5091	-0.7560	-0.3900
0.1	0.6305	-0.7500	-0.8000
0.05	0.7514	-0.7950	-0.8900
0.025	0.8725	-0.8810	-0.9400
0.01	1.0348	-1.0130	-0.9300
0.005	1.1578	-1.0630	-1.3400



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข2 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์
ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
1	1841	1126.77	-2.5232	0.0472	1	-21.9244
2	1711.94	1163.66	-2.1939	0.0589	0.9993	-30.1994
3	1800.88	1259.86	-2.0061	0.1003	0.9990	-46.1520
4	1473.2	1265.89	-1.8702	0.1035	0.9954	-53.4796
5	1579.74	1273.02	-1.7620	0.1073	0.9950	-67.7761
6	1441.58	1274.2	-1.6712	0.1079	0.9889	-74.0134
7	1603.9	1309.57	-1.5924	0.1286	0.9856	-81.8039
8	1714	1321.22	-1.5224	0.1360	0.9798	-88.4401
9	1746.45	1330.61	-1.4592	0.1421	0.7947	-60.0879
10	1802.2	1334.72	-1.4013	0.1448	0.7900	-66.3660
11	1621.53	1342.13	-1.3477	0.1499	0.7737	-71.0617
12	1396.8	1351.32	-1.2978	0.1563	0.7587	-75.3827
13	1518.67	1356.71	-1.2509	0.1601	0.7489	-80.3411
14	1546.7	1364.02	-1.2066	0.1655	0.7255	-83.4829
15	1804.5	1365.7	-1.1646	0.1667	0.7246	-89.3510
16	1321.22	1391.18	-1.1245	0.1862	0.7046	-89.9146
17	1539.88	1396.8	-1.0862	0.1907	0.7013	-94.5671
18	1330.61	1429.7	-1.0493	0.2182	0.7001	-95.4273
19	1689.32	1441.58	-1.0139	0.2287	0.6879	-97.6695
20	1619.34	1455.12	-0.9797	0.2410	0.6871	-100.8052
21	1812.79	1456.29	-0.9466	0.2421	0.6832	-105.2903
22	1801.78	1469.68	-0.9145	0.2546	0.6818	-108.0707
23	1741.52	1473.2	-0.8833	0.2579	0.6706	-110.9514
24	1657.39	1473.58	-0.8529	0.2583	0.6688	-115.5652
25	1930.8	1477.51	-0.8234	0.2621	0.6381	-115.4237
26	1648.9	1477.61	-0.7945	0.2622	0.6321	-119.2797
27	1802.07	1505.85	-0.7663	0.2900	0.6289	-118.1380
28	1642.82	1509.46	-0.7386	0.2937	0.6263	-121.5264

เอาข้อมูลไปใช้ศึกษาไม่อนุญาตให้นำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข2 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์
ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
29	1736.94	1510.76	-0.7115	0.2950	0.6262	-125.6670
30	1647.73	1511.63	-0.6850	0.2959	0.6258	-129.8480
31	1515.17	1512.24	-0.6589	0.2965	0.6248	-133.9573
32	1636.88	1515.17	-0.6332	0.2995	0.6239	-137.5609
33	1592.08	1518.67	-0.6080	0.3031	0.6018	-137.4437
34	1870.75	1525.24	-0.5831	0.3099	0.5969	-139.3511
35	1575.46	1526.81	-0.5586	0.3116	0.5851	-141.1568
36	1477.61	1539.88	-0.5345	0.3254	0.5832	-141.8516
37	1510.76	1543.28	-0.5106	0.3290	0.5818	-144.8008
38	1668.62	1545.55	-0.4870	0.3314	0.5762	-147.2139
39	1525.24	1546.7	-0.4637	0.3326	0.5721	-150.1145
40	1365.7	1547.7	-0.4406	0.3337	0.5704	-153.4427
41	1678.74	1549.61	-0.4178	0.3358	0.5702	-156.7886
42	1456.29	1563.62	-0.3952	0.3510	0.5625	-155.5236
43	1526.81	1565.27	-0.3728	0.3528	0.5568	-157.7252
44	1576.05	1568.64	-0.3506	0.3565	0.5515	-159.4841
45	1854.52	1574.95	-0.3285	0.3635	0.5497	-161.0745
46	1947.45	1575.46	-0.3066	0.3640	0.5385	-162.3270
47	1763.07	1576.05	-0.2849	0.3647	0.5246	-162.9521
48	1753	1578.08	-0.2632	0.3670	0.5221	-165.3877
49	1649.89	1579.74	-0.2418	0.3688	0.5214	-168.2271
50	1871.99	1592.08	-0.2204	0.3826	0.5208	-167.9247
51	1895.1	1603.9	-0.1991	0.3960	0.5171	-167.0871
52	1364.02	1616.09	-0.1779	0.4100	0.4955	-162.3119
53	1754.67	1619.34	-0.1568	0.4137	0.4893	-163.2291
54	1725.9	1619.93	-0.1357	0.4144	0.4884	-165.9827
55	1565.27	1621.53	-0.1148	0.4162	0.4874	-168.3859
56	1616.09	1636.88	-0.0938	0.4340	0.4830	-165.8882

เอา 56 นี้ไปใช้แทนที่ 55 หรือที่ 56 ก็ได้ ไม่อนุญาติให้นำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข2 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์
ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_t	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
57	1807.4	1638.8	-0.0729	0.4362	0.4714	-165.7924
58	1858.19	1642.82	-0.0521	0.4409	0.4711	-167.4302
59	1920.34	1647.73	-0.0312	0.4466	0.4579	-165.9515
60	1707.71	1648.9	-0.0104	0.4480	0.4492	-166.5130
61	1711.29	1649.89	0.0104	0.4492	0.4480	-168.7455
62	1511.63	1657.39	0.0312	0.4579	0.4466	-168.8498
63	1765.9	1668.62	0.0521	0.4711	0.4409	-166.7608
64	1265.89	1668.89	0.0729	0.4714	0.4362	-168.2845
65	1543.28	1678.74	0.0938	0.4830	0.4340	-167.2921
66	1578.08	1682.47	0.1148	0.4874	0.4162	-164.6508
67	1477.51	1683.33	0.1357	0.4884	0.4144	-166.4692
68	1710.77	1684.06	0.1568	0.4893	0.4137	-168.5786
69	1568.64	1689.32	0.1779	0.4955	0.4100	-168.4814
70	1638.8	1707.71	0.1991	0.5171	0.3960	-161.7466
71	1780.54	1710.77	0.2204	0.5208	0.3826	-160.0036
72	1455.12	1711.29	0.2418	0.5214	0.3688	-158.9372
73	1853.21	1711.94	0.2632	0.5221	0.3670	-160.5236
74	1776.18	1714	0.2849	0.5246	0.3647	-161.5341
75	1842.65	1725.9	0.3066	0.5385	0.3640	-159.6596
76	1342.13	1735.42	0.3285	0.5497	0.3635	-158.5740
77	1684.06	1736.94	0.3506	0.5515	0.3565	-158.5135
78	1966.2	1741.52	0.3728	0.5568	0.3528	-158.1999
79	1391.18	1746.45	0.3952	0.5625	0.3510	-158.1915
80	1563.62	1753	0.4178	0.5702	0.3358	-154.3841
81	1668.89	1753.19	0.4406	0.5704	0.3337	-155.7665
82	1800.06	1754.67	0.4637	0.5721	0.3326	-156.9493
83	1758.2	1758.2	0.4870	0.5762	0.3314	-157.3956
84	1549.61	1763.07	0.5106	0.5818	0.3290	-157.0750

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข2 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์
ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
85	1753.19	1764.25	0.5345	0.5832	0.3254	-157.6509
86	1545.55	1765.9	0.5586	0.5851	0.3116	-155.5030
87	1429.7	1776.18	0.5831	0.5969	0.3099	-153.4569
88	1163.66	1780.54	0.6080	0.6018	0.3031	-152.0582
89	1547.7	1800.06	0.6332	0.6239	0.2995	-146.5082
90	1273.02	1800.88	0.6589	0.6248	0.2965	-147.1352
91	1334.72	1801.78	0.6850	0.6258	0.2959	-148.3272
92	1351.32	1802.07	0.7115	0.6262	0.2950	-149.6408
93	1309.57	1802.2	0.7386	0.6263	0.2937	-150.8863
94	1473.58	1804.5	0.7663	0.6289	0.2900	-150.7847
95	1356.71	1807.4	0.7945	0.6321	0.2622	-144.1495
96	1274.2	1812.79	0.8234	0.6381	0.2621	-143.8504
97	1505.85	1841	0.8529	0.6688	0.2583	-135.2931
98	1259.86	1842.65	0.8833	0.6706	0.2579	-136.0857
99	1469.68	1853.21	0.9145	0.6818	0.2546	-133.3291
100	1126.77	1854.52	0.9466	0.6832	0.2421	-130.9652
101	1509.46	1858.19	0.9797	0.6871	0.2410	-130.8661
102	1682.47	1858.98	1.0139	0.6879	0.2287	-128.6650
103	1683.33	1870.75	1.0493	0.7001	0.2182	-123.5626
104	1896.06	1871.99	1.0862	0.7013	0.1907	-117.2250
105	1764.25	1875.19	1.1245	0.7046	0.1862	-116.2307
106	1971.72	1895.1	1.1646	0.7246	0.1667	-106.4505
107	1858.98	1896.06	1.2066	0.7255	0.1655	-106.8656
108	1619.93	1920.34	1.2509	0.7489	0.1601	-99.6849
109	1512.24	1930.8	1.2978	0.7587	0.1563	-96.8173
110	1574.95	1947.45	1.3477	0.7737	0.1499	-91.7436
111	1875.19	1966.2	1.4013	0.7900	0.1448	-86.6629
112	1735.42	1971.72	1.4592	0.7947	0.1421	-85.4182

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข2 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์
ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
113	2433.37	2386.8	1.5224	0.9798	0.1360	-37.4775
114	3619.12	2433.37	1.5924	0.9856	0.1286	-34.5337
115	2565.16	2467.53	1.6712	0.9889	0.1079	-28.7083
116	2741.58	2565.16	1.7620	0.9950	0.1073	-27.3751
117	2771.7	2573.65	1.8702	0.9954	0.1035	-26.5300
118	2467.53	2741.58	2.0061	0.9990	0.1003	-25.0636
119	2386.8	2771.7	2.1939	0.9993	0.0589	-14.5573
120	2573.65	3619.12	2.5232	1	0.0472	-11.5446
รวม						-15,058.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข3 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วน
เครื่องใช้ไฟฟ้า

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
1	5159.78	5159.78	-2.5232	0.0036	0.9965	-11.2945
2	6982.94	6982.94	-2.1939	0.0391	0.9879	-22.9573
3	8512.19	7223.91	-2.0061	0.0506	0.9843	-35.6935
4	8164.41	7280.23	-1.8702	0.0537	0.9785	-47.3649
5	10536.92	7528.13	-1.7620	0.0689	0.9778	-58.3454
6	10623.36	7568.4	-1.6712	0.0716	0.9718	-68.2711
7	9397.54	7598.61	-1.5924	0.0737	0.9671	-78.2709
8	10489.56	7612.53	-1.5224	0.0747	0.9669	-90.0526
9	10628.92	7655.55	-1.4592	0.0779	0.9401	-91.2509
10	8912.7	7718.9	-1.4013	0.0827	0.9353	-99.386
11	9275.84	7923.02	-1.3477	0.0996	0.9209	-101.705
12	9137.3	7953.12	-1.2978	0.1023	0.9057	-106.728
13	7528.13	8006.77	-1.2509	0.1073	0.8890	-110.772
14	7223.91	8164.41	-1.2066	0.1228	0.8472	-107.337
15	7718.9	8182.96	-1.1646	0.1247	0.8437	-114.196
16	7280.23	8184.57	-1.1245	0.1249	0.8435	-121.983
17	8894.38	8252.01	-1.0862	0.1321	0.8393	-127.129
18	7655.55	8271.07	-1.0493	0.1342	0.8257	-131.441
19	7923.02	8273.51	-1.0139	0.1344	0.8207	-137.837
20	8453.75	8333.64	-0.9797	0.1412	0.8201	-143.265
21	8455.27	8427.85	-0.9466	0.1522	0.8084	-144.953
22	8589.66	8441.87	-0.9145	0.1538	0.8053	-150.848
23	8184.57	8453.75	-0.8833	0.1553	0.7877	-153.561
24	7598.61	8455.27	-0.8529	0.1555	0.7857	-159.892
25	8252.01	8512.19	-0.8234	0.1625	0.7835	-164.025
26	7953.12	8536.01	-0.7945	0.1654	0.7755	-167.936
27	8684.6	8589.66	-0.7663	0.1723	0.7540	-167.525
28	8182.96	8610.82	-0.7386	0.1751	0.7538	-172.921

เอาไปเป็น 8182.96 ที่รับ 8610.82 รับ -0.7386 ที่ 0.1751 0.7538 ไม่นุญาตให้นำไปใช้ -172.921 ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข3 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วน
เครื่องใช้ไฟฟ้า (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
29	8610.82	8684.6	-0.7115	0.1849	0.7524	-175.783
30	8333.64	8810.88	-0.6850	0.2025	0.7458	-175.033
31	8536.01	8890.98	-0.6589	0.2142	0.7394	-176.022
32	8006.77	8894.38	-0.6332	0.2147	0.7384	-181.397
33	9500.7	8912.7	-0.6080	0.2174	0.7201	-181.954
34	9235.14	8948.93	-0.5831	0.2229	0.7169	-185.123
35	9211.14	8955.59	-0.5586	0.2239	0.7066	-187.885
36	9803.54	9137.3	-0.5345	0.2524	0.6959	-182.258
37	8273.51	9211.14	-0.5106	0.2646	0.6783	-179.859
38	8441.87	9235.14	-0.4870	0.2686	0.6656	-180.761
39	8810.88	9275.84	-0.4637	0.2754	0.6641	-183.284
40	7612.53	9397.54	-0.4406	0.2964	0.6519	-179.418
41	7568.4	9415.01	-0.4178	0.2995	0.6474	-182.084
42	8427.85	9500.7	-0.3952	0.3148	0.6472	-182.396
43	8955.59	9542.39	-0.3728	0.3224	0.6409	-183.277
44	8890.98	9803.54	-0.3506	0.3713	0.6311	-172.95
45	9885.48	9832.21	-0.3285	0.3768	0.6178	-172.466
46	10296.57	9837.78	-0.3066	0.3779	0.6143	-175.242
47	9832.21	9859.78	-0.2849	0.3821	0.6132	-177.794
48	9542.39	9885.48	-0.2632	0.3871	0.6072	-178.935
49	8271.07	10125.17	-0.2418	0.4345	0.5932	-168.106
50	8948.93	10289.6	-0.2204	0.4675	0.5919	-164.006
51	10125.17	10296.57	-0.1991	0.4689	0.5725	-162.313
52	9415.01	10370.96	-0.1779	0.4840	0.5700	-161.673
53	9859.78	10420.06	-0.1568	0.4939	0.5614	-160.597
54	10563.65	10454.03	-0.1357	0.5008	0.5561	-160.901
55	10613.37	10489.56	-0.1148	0.5080	0.5546	-161.986
56	11108.98	10536.92	-0.0938	0.5176	0.5501	-161.761

เอา 56 นี้เป็น 11108.98 ที่ 10536.92 รับกับ -0.0938 นี้ที่ 0.5176 วิชา ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ -161.761 ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข3 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วน
เครื่องใช้ไฟฟ้า (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
57	12401.98	10537.69	-0.0729	0.5177	0.5362	-161.2
58	10797.16	10563.65	-0.0521	0.5230	0.5351	-162.614
59	11792.88	10571.1	-0.0312	0.5245	0.5338	-164.798
60	10370.96	10584.88	-0.0104	0.5273	0.5331	-166.782
61	10537.69	10613.37	0.0104	0.5331	0.5273	-166.789
62	12022.11	10617.3	0.0312	0.5338	0.5245	-168.64
63	12854.53	10623.36	0.0521	0.5351	0.5230	-170.7
64	10697.97	10628.92	0.0729	0.5362	0.5177	-171.774
65	11940.31	10697.97	0.0938	0.5501	0.5176	-171.133
66	12257.29	10720.48	0.1148	0.5546	0.5080	-170.135
67	12295.04	10727.93	0.1357	0.5561	0.5008	-170.442
68	13512.34	10754.13	0.1568	0.5614	0.4939	-169.887
69	12436.31	10797.16	0.1779	0.5700	0.4840	-167.654
70	11706.58	10809.7	0.1991	0.5725	0.4689	-165.498
71	13227.75	10907.76	0.2204	0.5919	0.4675	-162.796
72	12008.66	10914.15	0.2418	0.5932	0.4345	-156.187
73	12438.23	10985.75	0.2632	0.6072	0.3871	-143.325
74	11193.58	11016.29	0.2849	0.6132	0.3821	-142.677
75	11361.44	11021.81	0.3066	0.6143	0.3779	-143.335
76	9837.78	11040.08	0.3285	0.6178	0.3768	-144.129
77	11284	11108.98	0.3506	0.6311	0.3713	-141.436
78	11016.29	11160.46	0.3728	0.6409	0.3224	-129.276
79	10584.88	11193.58	0.3952	0.6472	0.3148	-127.674
80	11520.13	11194.71	0.4178	0.6474	0.2995	-125.738
81	10809.7	11218.62	0.4406	0.6519	0.2964	-125.499
82	11801.31	11284	0.4637	0.6641	0.2754	-119.239
83	11579.21	11292.35	0.4870	0.6656	0.2686	-118.764
84	10289.6	11361.44	0.5106	0.6783	0.2646	-116.14

เอกสารนี้เป็นที่ปรึกษาและไม่อนุญาตให้นำไปใช้ -116.14 ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข3 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วน
เครื่องใช้ไฟฟ้า (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
85	10454.03	11459.27	0.5345	0.6959	0.2524	-110.438
86	10720.48	11520.13	0.5586	0.7066	0.2239	-102.719
87	11459.27	11579.21	0.5831	0.7169	0.2229	-101.205
88	10420.06	11598.09	0.6080	0.7201	0.2174	-100.364
89	12144.36	11706.58	0.6332	0.7384	0.2147	-96.4666
90	11802.78	11712.79	0.6589	0.7394	0.2142	-97.1934
91	11194.71	11752.09	0.6850	0.7458	0.2025	-94.0409
92	10727.93	11792.88	0.7115	0.7524	0.1849	-89.4722
93	11218.62	11801.31	0.7386	0.7538	0.1751	-87.8997
94	10985.75	11802.78	0.7663	0.7540	0.1723	-88.1675
95	11292.35	11940.31	0.7945	0.7755	0.1654	-82.2417
96	11752.09	11993.51	0.8234	0.7835	0.1625	-80.4654
97	10907.76	12008.66	0.8529	0.7857	0.1555	-79.1469
98	11021.81	12022.11	0.8833	0.7877	0.1553	-79.4321
99	13435.27	12144.36	0.9145	0.8053	0.1538	-75.569
100	11040.08	12167.04	0.9466	0.8084	0.1522	-75.162
101	10571.1	12253.18	0.9797	0.8201	0.1412	-70.4399
102	11598.09	12257.29	1.0139	0.8207	0.1344	-69.4221
103	12253.18	12295.04	1.0493	0.8257	0.1342	-68.8036
104	10914.15	12401.98	1.0862	0.8393	0.1321	-65.5927
105	11993.51	12436.31	1.1245	0.8435	0.1249	-63.4548
106	12167.04	12438.23	1.1646	0.8437	0.1247	-63.963
107	10617.3	12466.49	1.2066	0.8472	0.1228	-63.2409
108	11712.79	12854.53	1.2509	0.8890	0.1073	-49.6862
109	11160.46	13037.72	1.2978	0.9057	0.1023	-44.9294
110	10754.13	13227.75	1.3477	0.9209	0.0996	-41.0349
111	14687.46	13435.27	1.4013	0.9353	0.0827	-33.8523
112	13037.72	13512.34	1.4592	0.9401	0.0779	-31.8541

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้-31.8541 ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข3 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วน
เครื่องใช้ไฟฟ้า (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_t	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
113	12466.49	14067.82	1.5224	0.9669	0.0747	-25.039
114	14407.19	14071.31	1.5924	0.9671	0.0737	-24.9874
115	14207.45	14207.45	1.6712	0.9718	0.0716	-23.5577
116	14884.33	14407.19	1.7620	0.9778	0.0689	-21.6707
117	14067.82	14435.53	1.8702	0.9785	0.0537	-17.9089
118	14435.53	14687.46	2.0061	0.9843	0.0506	-15.9225
119	14071.31	14884.33	2.1939	0.9879	0.0391	-12.3488
120	15767.6	15767.6	2.5232	0.9965	0.0036	-1.68933
รวม						-14,475.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข4 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออก
เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
1	5249.84	2977.01	-2.5232	0.0007	0.9849	-11.4223
2	5338.52	3350.44	-2.1939	0.0026	0.9801	-29.6068
3	6577.84	4049.76	-2.0061	0.0196	0.9730	-37.7177
4	4985.3	4357.98	-1.8702	0.0410	0.9598	-44.8597
5	6009.48	4475.19	-1.7620	0.0530	0.9343	-50.9480
6	5514.29	4495.72	-1.6712	0.0553	0.9283	-60.8228
7	5996.4	4516.1	-1.5924	0.0577	0.9182	-69.6126
8	5931.22	4635.29	-1.5224	0.0736	0.9168	-76.4338
9	6029.64	4646.39	-1.4592	0.0753	0.9137	-85.6224
10	6751.48	4727.24	-1.4013	0.0880	0.9004	-89.9978
11	5601.62	4784.88	-1.3477	0.0981	0.8967	-96.4356
12	4516.1	4815.16	-1.2978	0.1037	0.8955	-104.0869
13	5120.65	4885.63	-1.2509	0.1176	0.8889	-108.4561
14	5477.13	4907.01	-1.2066	0.1220	0.8796	-113.9419
15	5685.91	4907.22	-1.1646	0.1221	0.8671	-119.5180
16	4911.13	4911.13	-1.1245	0.1229	0.8669	-127.4902
17	5850.49	4921.99	-1.0862	0.1252	0.8639	-134.3747
18	5955.22	4925.74	-1.0493	0.1261	0.8523	-139.4191
19	5695.1	4985.3	-1.0139	0.1394	0.8469	-142.3406
20	6528.09	4994.21	-0.9797	0.1415	0.8424	-148.3109
21	6326.14	5046.52	-0.9466	0.1541	0.8346	-150.4397
22	6367.01	5120.65	-0.9145	0.1733	0.8195	-148.9766
23	6861.96	5134.44	-0.8833	0.1770	0.8145	-153.7410
24	6148.04	5171.39	-0.8529	0.1872	0.8121	-157.3125
25	6842.77	5177.86	-0.8234	0.1891	0.8109	-163.2254
26	6503.11	5188.51	-0.7945	0.1921	0.8054	-167.6192
27	7082.18	5210.48	-0.7663	0.1984	0.7874	-167.7878
28	6136.22	5249.84	-0.7386	0.2101	0.7780	-168.5934

เอาไปเป็น 1 ที่ส่ง 5249.84 รับกับ -0.7386 เมื่อ 0.2101 ก็อย่าไปนุญตให้หน้าไปใช้ 168.5934 ทำการค่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข4 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออก

เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
29	7342.52	5332.46	-0.7115	0.2359	0.7779	-168.0997
30	6997.78	5338.52	-0.6850	0.2379	0.7779	-173.5063
31	7350.89	5380.66	-0.6589	0.2517	0.7760	-175.4207
32	6730.28	5401.41	-0.6332	0.2587	0.7719	-178.3035
33	7461.49	5449.7	-0.6080	0.2753	0.7714	-179.7612
34	8090.64	5477.13	-0.5831	0.2850	0.7703	-182.6531
35	7220.57	5480.71	-0.5586	0.2862	0.7656	-186.4246
36	6712.29	5485.6	-0.5345	0.2880	0.7625	-190.4426
37	7226.71	5490.58	-0.5106	0.2898	0.7519	-192.1824
38	6667.49	5514.29	-0.4870	0.2983	0.7510	-194.9959
39	7186.48	5580.1	-0.4637	0.3226	0.7203	-185.2190
40	6524.06	5588.01	-0.4406	0.3256	0.7099	-186.4188
41	7323.22	5597.83	-0.4178	0.3293	0.7026	-188.1871
42	6892.64	5601.62	-0.3952	0.3307	0.7011	-192.0654
43	7069.2	5630.96	-0.3728	0.3419	0.6934	-191.7125
44	6979.5	5685.91	-0.3506	0.3633	0.6914	-190.3826
45	7690.51	5690.91	-0.3285	0.3653	0.6791	-190.7938
46	7860.88	5695.1	-0.3066	0.3669	0.6497	-186.6963
47	6751.15	5731.36	-0.2849	0.3813	0.6418	-185.1396
48	6055.15	5754.31	-0.2632	0.3905	0.6263	-182.8432
49	6295.21	5763.73	-0.2418	0.3943	0.6257	-185.5934
50	6387.41	5820.45	-0.2204	0.4173	0.6133	-180.5952
51	7019.65	5850.49	-0.1991	0.4296	0.6043	-178.9764
52	5995.13	5931.22	-0.1779	0.4630	0.5870	-170.3879
53	6327.72	5950.28	-0.1568	0.4709	0.5651	-166.5105
54	6038.97	5955.22	-0.1357	0.4730	0.5648	-169.1224
55	6702.45	5995.13	-0.1148	0.4896	0.5533	-165.6802
56	6670.2	5996.4	-0.0938	0.4902	0.5484	-167.3903

เอา 56 นี้ไป 6670.2 รหัส 5996.4 รหัส -0.0938 รหัส 0.4902 รหัส 0.5484 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ -167.3903 ทางการเงินค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข4 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออก
เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
57	7984.73	6007.03	-0.0729	0.4946	0.5316	-165.2538
58	6782.05	6009.48	-0.0521	0.4956	0.5240	-166.0939
59	6548.55	6029.64	-0.0312	0.5040	0.5225	-166.6479
60	6073.94	6038.97	-0.0104	0.5079	0.5147	-166.6433
61	6272.75	6055.15	0.0104	0.5147	0.5079	-166.1739
62	6229.93	6073.94	0.0312	0.5225	0.5040	-166.0921
63	7417.88	6077.5	0.0521	0.5240	0.4956	-166.3347
64	6095.71	6095.71	0.0729	0.5316	0.4946	-166.9137
65	7246.72	6136.22	0.0938	0.5484	0.4902	-164.3943
66	6866.12	6148.04	0.1148	0.5533	0.4896	-165.6428
67	6745.09	6175.8	0.1357	0.5648	0.4730	-161.1764
68	6874.93	6176.72	0.1568	0.5651	0.4709	-162.9835
69	7140.63	6229.93	0.1779	0.5870	0.4630	-158.1725
70	6751.1	6272.75	0.1991	0.6043	0.4296	-148.0451
71	6949.21	6295.21	0.2204	0.6133	0.4173	-145.0741
72	5820.45	6326.14	0.2418	0.6257	0.3943	-138.7465
73	5950.28	6327.72	0.2632	0.6263	0.3905	-139.6377
74	6464.47	6367.01	0.2849	0.6418	0.3813	-135.7780
75	6726.75	6387.41	0.3066	0.6497	0.3669	-132.3696
76	5401.41	6464.47	0.3285	0.6791	0.3653	-127.0724
77	6732.02	6497.63	0.3506	0.6914	0.3633	-125.5309
78	7083.33	6503.11	0.3728	0.6934	0.3419	-121.6069
79	6077.5	6524.06	0.3952	0.7011	0.3307	-118.8019
80	6497.63	6528.09	0.4178	0.7026	0.3293	-119.6431
81	5490.58	6548.55	0.4406	0.7099	0.3256	-118.5789
82	5690.91	6577.84	0.4637	0.7203	0.3226	-116.9627
83	5763.73	6667.49	0.4870	0.7510	0.2983	-105.7002
84	5630.96	6670.2	0.5106	0.7519	0.2898	-104.7595

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข4 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออก
เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
85	6175.8	6702.45	0.5345	0.7625	0.2880	-103.2343
86	5731.36	6712.29	0.5586	0.7656	0.2862	-103.3279
87	6176.72	6726.75	0.5831	0.7703	0.2850	-103.1877
88	5046.52	6730.28	0.6080	0.7714	0.2753	-101.7767
89	5332.46	6732.02	0.6332	0.7719	0.2587	-98.8016
90	4925.74	6745.09	0.6589	0.7760	0.2517	-97.2903
91	5210.48	6751.1	0.6850	0.7779	0.2379	-94.6192
92	4994.21	6751.15	0.7115	0.7779	0.2359	-95.1916
93	4921.99	6751.48	0.7386	0.7780	0.2101	-90.0676
94	4907.01	6782.05	0.7663	0.7874	0.1984	-86.0502
95	4727.24	6842.77	0.7945	0.8054	0.1921	-81.2149
96	4635.29	6861.96	0.8234	0.8109	0.1891	-80.0636
97	4495.72	6866.12	0.8529	0.8121	0.1872	-80.1881
98	4357.98	6874.93	0.8833	0.8145	0.1770	-77.9888
99	4885.63	6892.64	0.9145	0.8195	0.1733	-76.7148
100	3350.44	6949.21	0.9466	0.8346	0.1541	-69.2933
101	2977.01	6979.5	0.9797	0.8424	0.1415	-65.1491
102	4049.76	6997.78	1.0139	0.8469	0.1394	-64.2088
103	4784.88	7019.65	1.0493	0.8523	0.1261	-60.3909
104	5480.71	7069.2	1.0862	0.8639	0.1252	-57.9791
105	5485.6	7082.18	1.1245	0.8669	0.1229	-57.2729
106	6007.03	7083.33	1.1646	0.8671	0.1221	-57.5583
107	5588.01	7140.63	1.2066	0.8796	0.1220	-55.0562
108	5171.39	7186.48	1.2509	0.8889	0.1176	-52.2067
109	5580.1	7220.57	1.2978	0.8955	0.1037	-47.6906
110	5177.86	7226.71	1.3477	0.8967	0.0981	-46.4839
111	5380.66	7246.72	1.4013	0.9004	0.0880	-43.5498
112	5188.51	7323.22	1.4592	0.9137	0.0753	-37.5765

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้-37.5765 ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข4 ค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ของข้อมูลมูลค่าการส่งออก
เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{121-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln[1-F_x(x_{121-i})]\}$
113	4907.22	7342.52	1.5224	0.9168	0.0736	-36.7452
114	5754.31	7350.89	1.5924	0.9182	0.0577	-32.8812
115	5449.7	7417.88	1.6712	0.9283	0.0553	-30.0789
116	4475.19	7461.49	1.7620	0.9343	0.0530	-28.2674
117	4646.39	7690.51	1.8702	0.9598	0.0410	-19.3099
118	4815.16	7860.88	2.0061	0.9730	0.0196	-11.0875
119	5134.44	7984.73	2.1939	0.9801	0.0026	-5.3765
120	5597.83	8090.64	2.5232	0.9849	0.0007	-3.8128
รวม						-14,447.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

- ภาคผนวก ค1 การคำนวณค่า MAPE ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า
- ภาคผนวก ค2 การคำนวณค่า MAPE ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า
- ภาคผนวก ค3 การคำนวณค่า MAPE ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค1 การคำนวณค่า MAPE ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า
โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

ปี	p	t	Y_t	$\hat{Y}_{t+p}(t)$	e_t	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
2565	1	121	2,898.0944	2622.7759	275.3185	0.0950
	2	122	3,009.9883	2376.6843	633.3040	0.2104
	3	123	3,385.0018	2638.5120	746.4898	0.2205
	4	124	2,941.1133	2466.9459	474.1674	0.1612
	5	125	2,935.7173	2807.6325	128.0848	0.0436
	6	126	2,272.4362	3185.8818	-913.4456	0.4020
	7	127	2,256.5600	2898.7397	-642.1797	0.2846
	8	128	2,842.3184	3047.2977	-204.9793	0.0721
	9	129	3,424.2064	2918.7979	505.4086	0.1476
	10	130	2,624.1501	2957.2324	-333.0823	0.1269
	11	131	3,107.9526	2971.2923	136.6603	0.0440
	12	132	2,384.1617	2839.7307	-455.5689	0.1911
MAPE						16.6586%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค2 การคำนวณค่า MAPE ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยวิธี
บ็อกซ์-เจนกินส์

ปี	p	t	Y_t	$\hat{Y}_{t+p}(t)$	e_t	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
2565	1	121	15,885.0500	14226.7897	1,658.2603	0.1044
	2	122	16,153.3000	14846.6014	1,306.6986	0.0809
	3	123	19,552.6500	17416.9755	2,135.6745	0.1092
	4	124	14,573.8400	15116.1067	-542.2667	0.0372
	5	125	18,714.5600	15943.2330	2,771.3270	0.1481
	6	126	19,250.0500	16806.5502	2,443.4998	0.1269
	7	127	17,993.9000	16190.9631	1,802.9369	0.1002
	8	128	19,930.5200	16674.2758	3,256.2442	0.1634
	9	129	21,311.3100	16474.4810	4,836.8290	0.2270
	10	130	21,933.8900	16249.3627	5,684.5273	0.2592
	11	131	23,829.8200	16489.9859	7,339.8341	0.3080
	12	132	25,215.5000	17146.0363	8,069.4637	0.3200
MAPE						16.5373%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค3 การคำนวณค่า MAPE ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่น ๆ โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

ปี	p	t	Y_t	$\hat{Y}_{t+p}(t)$	e_t	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
2565	1	121	7,619.6000	5421.7035	-2,197.8965	0.2885
	2	122	8,399.3000	5294.2801	-3,105.0199	0.3697
	3	123	8,789.8600	5818.0110	-2,971.8490	0.3381
	4	124	7,166.8300	4791.0168	- ,375.8132	0.3315
	5	125	8,170.1500	5226.7230	-2,943.4270	0.3603
	6	126	7,010.3700	5420.6473	-1,589.7227	0.2268
	7	127	7,380.1400	5512.1016	-1,868.0384	0.2531
	8	128	8,878.0000	5488.7753	-3,389.2247	0.3818
	9	129	9,689.4300	5619.4330	-4,069.9970	0.4200
	10	130	7,442.2200	5724.4609	-1,717.7591	0.2308
	11	131	8,262.4900	5525.1764	-2,737.3136	0.3313
	12	132	7,112.6300	5195.9720	-1,916.6580	0.2695
MAPE						31.6772%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

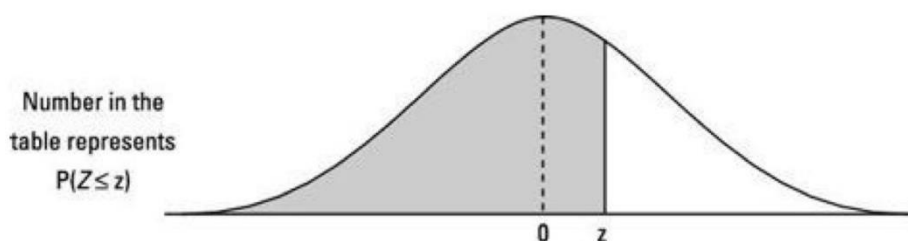
ภาคผนวก ง1 ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติมาตรฐาน

ภาคผนวก ง2 ตารางค่าวิกฤตการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไคสแควร์ (χ^2)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

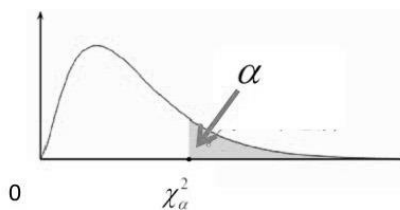
ภาคผนวก ง1 ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติมาตรฐาน



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998
3.5	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998
3.6	.9998	.9998	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดที่ลิขสิทธิ์ทั้งนี้ให้ด้วยสงวนลิขสิทธิ์ไว้

ภาคผนวก ง2 ตารางค่าวิกฤตการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไคสแควร์ (χ^2)



d.f./v	α						
	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
1	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88	10.8	12.1
2	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6	13.8	15.2
3	6.25	7.81	9.35	11.34	12.8	16.3	17.7
4	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9	18.5	20.0
5	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7	20.5	22.1
6	10.6	12.6	14.4	16.8	18.5	22.5	24.1
7	12.0	14.1	16.0	18.5	20.3	24.3	26.0
8	13.4	15.5	17.5	20.1	22.0	26.1	27.9
9	14.7	16.9	19.0	21.7	23.6	27.9	29.7
10	16.0	18.3	20.5	23.2	25.2	29.6	31.4
11	17.3	19.7	21.9	24.7	26.8	31.3	33.1
12	18.5	21.0	23.3	26.2	28.3	32.9	34.8
13	19.8	22.4	24.7	27.7	29.8	34.5	36.5
14	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3	36.1	38.1
15	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8	37.7	39.7
16	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3	39.3	41.3
17	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7	40.8	42.9
18	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2	42.3	44.4
19	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6	43.8	46.0
20	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0	45.3	47.5
21	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4	46.8	49.0
22	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8	48.3	50.5
23	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2	49.7	52.0
24	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6	51.2	53.5
25	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9	52.6	54.9
26	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3	54.1	56.4
27	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6	55.5	57.9
28	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0	56.9	59.3
29	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3	58.3	60.7
30	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7	59.7	62.2
40	51.8	55.8	59.3	63.7	66.8	73.4	76.1
50	63.2	67.5	71.4	76.2	79.5	86.7	89.6
70	85.5	90.5	95.0	100	104	112	116
90	108	113	118	124	128	137	141
100	118	124	130	136	140	149	153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มปัญหาพิเศษ

วันที่ 15 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้า นางสาวณัฐนรี พรหมสมัย รหัสประจำตัว 62050769

นางสาวสุชานันท์ สืบสิงห์ รหัสประจำตัว 62050845

นางสาวสุวิมล เพิ่มพูน รหัสประจำตัว 62050854

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา สถิติประยุกต์ ภาควิชา สถิติ

ขอรับรองว่าปัญหาพิเศษ เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุปกรณ์ประกอบอาหารที่ใช้ไฟฟ้า
ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอื่นๆ

ชื่อภาษาอังกฤษ Forecasting the Export Values of Electric Cooking Equipment,
Electrical Appliance Component and Household Appliances.

ปีการศึกษา 2565

เป็นผลงานวิจัยที่ได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อน
เรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่ม
ปัญหาพิเศษสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขรวิสุทธิ 7.20%

ลงชื่อ.....

(นางสาวณัฐนรี พรหมสมัย)

นักศึกษา

ลงชื่อ.....

(นางสาวสุชานันท์ สืบสิงห์)

นักศึกษา

ลงชื่อ.....

(นางสาวสุวิมล เพิ่มพูน)

นักศึกษา

ข้าพเจ้า ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ได้ตรวจสอบปัญหาพิเศษ ของ
นักศึกษาข้างต้นแล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงขอลงชื่อ
ไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
อาจารย์ที่ปรึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้