การบริหารจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา ศูนย์การค้าวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง

INVENTORY MANAGEMENT
A CASE STUDY OF CONSTRUCTION MATERIALS SHOP

นางสาวเขมิกา หลอดแก้ว

นางสาวปภาวดี เหลืองวารี

นางสาวศมนพรรณ ตระกลพัฒนะ

นางสาวศิรินภา กลั่นบางแก้ว

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

การบริหารจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา ศูนย์การค้าวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง

INVENTORY MANAGEMENT

A CASE STUDY OF CONSTRUCTION MATERIALS SHOP

นางสาวเขมิกา หลอดแก้ว

นางสาวปภาวดี เหลืองวารี

นางสาวศมนพรรณ ตระกลพัฒนะ

นางสาวศิรินภา กลั่นบางแก้ว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b.00265905

i.

TB00191

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INVENTORY MANAGEMENT

A CASE STUDY OF CONSTRUCTION MATERIALS SHOP

MS. KHEMIKA LORDKAEW

MS. PAPAWADEE LUANGVAREE

MS. SAMONPHAN TRAKOLPATTANA

MS. SIRINAPA KLANBANGKAEW

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN APPLIED STATISTICS

DEPARTMENT OF STATISTICS

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การบริหารจัดการสินค้าคงคลัง
กรณีศึกษา ศูนย์การค้าวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง
Inventory Management a Case Study of Construction Materials Shop

ชื่อนักศึกษา

นางสาวเขมิกา	หลอดแก้ว	55051702
นางสาวปภาวดี	เหลืองวารี	55051763
นางสาวศมนพรรณ	ตระกลพัฑฒนะ	55051814
นางสาวศิรินภา	กลั่นบางแก้ว	55051819

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.กนกกรรณ์ ลิ้โรจนาประภา

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.กนกกรรณ์ ลิ้โรจนาประภา อาจารย์ที่ปรึกษา	
รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ กรรมการ	
ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ กรรมการ	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น.ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การบริการจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา ศูนย์การค้าวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง

ชื่อนักศึกษา

นางสาวเขมิกา	หลอดแก้ว	55051702
นางสาวปภาวดี	เหลืองวารี	55051763
นางสาวศมนพรรณ	ตระกลพัฑฒนะ	55051814
นางสาวศิรินภา	กลั่นบางแก้ว	55051819

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.กนกกรรณ์ ลิ้โรจนาประภา

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของการศึกษาปัญหาพิเศษครั้งนี้คือเพื่อกำหนดนโยบายปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม การเลือกสินค้ามาวิเคราะห์ใช้วิธี ABC Analysis โดยเลือกสินค้าจากกลุ่ม A B C มาอย่างละ 1 ชนิด โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อ ยอดขาย และราคาสินค้าต่อหน่วยของสินค้าทั้ง 3 ชนิด ที่เลือกมาโดยสินค้า A เริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2557 เป็นจำนวน 4 ปี สินค้า B เริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2557 เป็นจำนวน 5 ปี และสินค้า C เริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2557 เป็นจำนวน 7 ปี แล้วนำมาพยากรณ์ยอดขายของสินค้าแต่ละชนิด โดยเปรียบเทียบเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ 2 วิธี คือ วิธีปรับเรียบ และวิธีบ็อกซ์และเจนกิ้นส์ โดยใช้เกณฑ์ค่า MSE ต่ำสุดในการเลือกวิธีพยากรณ์ และค่าพยากรณ์เหล่านี้จะถูกนำมาคำนวณเพื่อหานโยบายการสั่งซื้อสินค้าที่มีต้นทุนรวมต่ำสุด 4 วิธี ได้แก่ EOQ, Lot for Lot, Periodic Order Quantity (POQ) และ Silver Meal จากการศึกษาพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้า A จะใช้วิธี EOQ มีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและเก็บสินค้าคงคลังต่ำที่สุดเท่ากับ 1,693.72 บาท/ปี สินค้า B จะใช้วิธี Lot for Lot หรือ Silver Meal มีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและเก็บสินค้าคงคลังต่ำที่สุดเท่ากับ 60.92 บาท/ปี และสินค้า C จะใช้วิธี EOQ มีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและเก็บสินค้าคงคลังต่ำที่สุดเท่ากับ 883.60 บาท/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Inventory Management a Case Study of Construction Materials Shop		
Students	Ms. Khemika	Lordkaew	55051702
	Ms. Papawadee	Luangvaree	55051763
	Ms. Samonphant	Trakolpattana	55051814
	Ms. Sirinapa	Klanbangkaew	55051819
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Department	Statistics		
Academic Year	2015		
Advisor	Dr. Kanogkan Leerojanaprapa		

Abstract

The purpose of special project is to define the optimized purchase products as a policy of the company. This ABC Analysis is used to select which products to be considered from each of A, B and C group. The collected data contain many types of data such as ordering volume, sales volume and price per unit of the three selected products. Data of product A are collected from January, 2011 to December, 2015, for 4 years. Data of product B are collected from January, 2010 to December, 2015, for 5 years. Data of product C are collected from January, 2008 to December, 2015, for 7 years. There are two forecasting methods, Smoothing and Box-Jenkins method, which can be selected by considering minimum MSE. This forecasting demand can be taken to be a part of determining the best purchasing policy by considering the minimum total cost, using these 4 methods, EOQ, Lot for Lot, Periodic Order Quantity (POQ) and Silver Meal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Product A, using EOQ method, has minimum ordering cost and holding cost as 1,693.72 baht/year. Product B, using Lot for Lot method or Silver Meal method, has minimum ordering cost and holding cost as 60.92 baht/year. Product C, using EOQ method, has minimum ordering cost and holding cost as 883.60 baht/year.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ โดยได้รับความกรุณาจากบุคคลหลายๆ ฝ่ายที่ให้ความร่วมมือ ซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้คือ

ดร.กนกกรรณ์ ลี้โรจนาประภา อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ได้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูง

รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ และ ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ คณะกรรมการที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขเพิ่มเติม ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คุณรุ่งทิวา ขุนทิพย์ และ คุณอัชราคม จันทรบูรณ์ บริษัทกรณีศึกษา ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้ในการศึกษา

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์สาขาสถิติประยุกต์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิชาสถิติทุกท่านที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

นางสาวเขมิกา หลอดแก้ว

นางสาวปภาวดี เหลืองวารี

นางสาวศมนพรรณ ตระกลพัฒนะ

นางสาวศิรินภา กลั่นบางแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญรูป	ถ
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**6**
2.1 ระบบการจำแนกสินค้าคงคลังเป็นหมวดเอบีซี (ABC)	6
2.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา	7
2.2.1 การตรวจสอบข้อกำหนดข้อมูลมีการแจกแจงปกติ	7
2.2.1.1 การตรวจสอบข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติโดยใช้กราฟ	7
2.2.1.2 การตรวจสอบข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติโดยใช้ค่าสถิติ	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.2 ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา	9
2.2.2.1 ค่าแนวโน้ม (Trend: T)	10
2.2.2.2 การเคลื่อนไหวตามฤดูกาล (Seasonal Movement: S)	12
2.2.2.3 การเคลื่อนไหวตามวัฏจักร (Cyclical Movement: C)	12
2.2.2.4 การเคลื่อนไหวผิดปกติ (Irregular movement: I)	13
2.2.3 การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล	13
2.2.3.1 การทดสอบแนวโน้มแบบใช้พารามิเตอร์	14
2.2.3.2 การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์	14
2.2.3.3 การทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์	14
2.2.3.4 การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์	16
2.2.4 การพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลา	17
2.2.4.1 อนุกรมเวลาปรับให้เรียบ	17
2.2.4.2 วิธี Box และ Jenkins	22
2.2.5 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์	32
2.3 สินค้าคงคลัง	32
2.3.1 ลักษณะของสินค้าคงคลัง	33
2.3.2 ประเภทของสินค้าคงคลัง	33
2.3.3 ต้นทุนของสินค้าคงคลัง (Inventory Cost)	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.4 รูปแบบของระบบสินค้าคงคลัง	36
2.3.5 การพิจารณาความคงที่ของความต้องการผลิตภัณฑ์จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (VC)	36
2.3.6 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีที่ความต้องการในแต่ละช่วงเวลามีค่าคงที่	37
2.3.7 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีที่ความต้องการในแต่ละช่วงมีค่าไม่คงที่	39
2.3.8 การหาจุดสั่งซื้อและระบบสินค้าคงคลังสำรอง (Reorder Point and Safety Stock)	41
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	**47**
3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท	47
3.2 การรวบรวมข้อมูล	48
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	50
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	52
3.4.1 การจัดกลุ่มโดยระบบการจำแนกสินค้าคงคลังเป็นหมวด ABC	53
3.4.2 การเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม	54
3.4.3 การจัดการสินค้าคงคลัง	56
บทที่ 4 ผลการศึกษา	**59**
4.1 ผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มสินค้าเป็นหมวด ABC	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา	59
4.2.1 ยอดขายสินค้า A	60
4.2.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลากรณีข้อมูลไม่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล	60
4.2.1.2 การพยากรณ์วิธี Box and Jenkins ของสินค้า A	63
4.2.1.3 การพยากรณ์ข้อมูลยอดขายสินค้า A ขนาด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559	65
4.2.2 ยอดขายสินค้า B	67
4.2.2.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลากรณีข้อมูลมีแนวโน้มแต่ไม่มีอิทธิพลฤดูกาล	67
4.2.2.2 การพยากรณ์วิธี Box and Jenkins ของสินค้า B	69
4.2.2.3 การพยากรณ์ข้อมูลยอดขายสินค้า B ขนาด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559	71
4.2.3 ยอดขายสินค้า C	73
4.2.3.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลากรณีข้อมูลไม่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล	73
4.2.3.2 การพยากรณ์ข้อมูลยอดขายสินค้า C ขนาด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การจัดการสินค้าคงคลัง	77
4.3.1 ค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลัง	77
4.3.1.1 ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ	77
4.3.1.2 ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา	78
4.3.2 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม	80
4.3.2.1 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของปริมาณความต้องการสินค้า A	81
4.3.2.2 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของปริมาณความต้องการสินค้า B	82
4.3.2.3 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของปริมาณความต้องการสินค้า C	88
4.3.3 การวิเคราะห์หาจุดสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง	89
4.3.3.1 การวิเคราะห์จุดสั่งซื้อและปริมาณคงคลังสำรองของสินค้า A	89
4.3.3.2 การวิเคราะห์จุดสั่งซื้อและปริมาณคงคลังสำรองของสินค้า B	90
4.3.3.3 การวิเคราะห์จุดสั่งซื้อและปริมาณคงคลังสำรองของสินค้า C	90
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ	91
5.1 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลา	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1.1 เทคนิคการพยากรณ์และตัวแบบที่ดีที่สุด	91
5.2 การจัดการสินค้าคงคลัง	92
5.2.1 ค่าใช้จ่ายของการจัดการสินค้าคงคลัง	92
5.2.2 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม	92
5.2.3 การวิเคราะห์จุดสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง	93
5.3 ข้อเสนอแนะ	94
บรรณานุกรม	95
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. แสดงข้อมูลยอดขายรายเดือนในแต่ละปี ของสินค้าแต่ละรายการ	97
ภาคผนวก ข. การจำแนกสินค้าคงคลังหมวดเอบีซี (ABC)	100
ภาคผนวก ค. การคำนวณค่าสถิติของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของสินค้า A	105
ภาคผนวก ง. การทดสอบแนวโน้มของยอดขายสินค้า A แบบไม่ใช้พารามิเตอร์	106
ภาคผนวก จ. การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า A แบบไม่ใช้พารามิเตอร์	107
ภาคผนวก ฉ. วิเคราะห์การพยากรณ์สินค้า A ตั้งแต่มกราคม พ.ศ. 2554 จนถึง ธันวาคม พ.ศ. 2558	108
ภาคผนวก ช. การคำนวณค่าสถิติของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของสินค้า B	117
ภาคผนวก ซ. การทดสอบแนวโน้มของยอดขายสินค้า B แบบไม่ใช้พารามิเตอร์	118
ภาคผนวก ฌ. การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า B แบบไม่ใช้พารามิเตอร์	119
ภาคผนวก ญ. วิเคราะห์การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ล ของสินค้า B ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 จนถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ฎ. การคำนวณค่าสถิติของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของสินค้า C	124
ภาคผนวก ฏ. การทดสอบแนวโน้มของยอดขายสินค้าชนิด C แบบไม่ใช้พารามิเตอร์	125
ภาคผนวก ฐ. การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า C แบบไม่ใช้พารามิเตอร์	126
ภาคผนวก ฑ. วิเคราะห์การพยากรณ์ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายของสินค้า C ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จนถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	127
ภาคผนวก ฒ. ผลการตรวจสอบความเป็น Stationary ของข้อมูลสินค้าใน แต่ละรายการ ด้วยโปรแกรม Eviews9	130
ภาคผนวก ณ. ขั้นตอนการพยากรณ์ด้วยวิธี Box and Jenkins ของสินค้าแต่ละรายการ	135
ภาคผนวก ด. ค่าพยากรณ์ความต้องการของสินค้าแต่ละรายการ และการคำนวณ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน VC	148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 การรวบรวมข้อมูลในการดำเนินงาน 48

ตารางที่ 3.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของสินค้าทั้ง 3 รายการ 57

ตารางที่ 4.1 เทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายจำนวน 2, 3, 4, 5 และ 6 ค่าและค่า MSE สำหรับยอดขายสินค้า A 61

ตารางที่ 4.2 ค่า MSE จากการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก 2 ช่วงเวลา 62

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่า MSE จากการพยากรณ์ยอดขายสินค้า A ทั้ง 3 วิธีคือ วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Method) วิธีการพยากรณ์แบบวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average Method) และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย (Single Exponential Smoothing Method) 62

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความเป็น Stationary ด้วยวิธี Unit Root ของสินค้า A 65

ตารางที่ 4.5 รูปแบบสมการพยากรณ์ AR(1) และสมการพยากรณ์สินค้า A 65

ตารางที่ 4.6 เทคนิคการพยากรณ์ ค่า MSE สำหรับข้อมูลยอดขายสินค้า A 65

ตารางที่ 4.7 ค่าพยากรณ์แบบจุด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าของยอดขายสินค้า A ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 66

ตารางที่ 4.8 ค่า MSE ที่ได้จากการคำนวณสมการแนวโน้ม 2 แบบ 68

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความเป็น Stationary ด้วยวิธี Unit Root ของสินค้า B 71

ตารางที่ 4.10 รูปแบบสมการพยากรณ์ ARMA(2,2) และสมการพยากรณ์สินค้า B 71

ตารางที่ 4.11 เทคนิคการพยากรณ์ ค่า MSE สำหรับข้อมูลยอดขายสินค้า B 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.12 ค่าพยากรณ์แบบจุด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าของยอดขายสินค้า B ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 72

ตารางที่ 4.13 เทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายจำนวน 2, 3, 4, 5 และ 6 ค่าและค่า MSE สำหรับยอดขายสินค้า C 74

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบค่า MSE จากการพยากรณ์ยอดขายสินค้า C ทั้ง 3 วิธี คือ วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Method) วิธีการพยากรณ์แบบวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average Method) และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย (Single Exponential Smoothing Method) 75

ตารางที่ 4.15 ค่าพยากรณ์แบบจุด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าของยอดขายสินค้า C ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 76

ตารางที่ 4.16 การกำหนดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (บาท/คำสั่งซื้อ) 78

ตารางที่ 4.17 การกำหนดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/ปี) 78

ตารางที่ 4.18 สินค้าคงเหลือของสินค้าแต่ละรายการปี 2557-2558 79

ตารางที่ 4.19 ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาของสินค้า 3 รายการ 80

ตารางที่ 4.20 ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าและค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้า B โดยเทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.21 ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าและค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้า B โดยเทคนิคการสั่งซื้อเป็นช่วง (POQ) 85

ตารางที่ 4.22 ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าและค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้า B โดยเทคนิคการสั่งซื้อแบบ Silver Meal 87

ตารางที่ 4.23 เปรียบเทียบเทคนิคการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม 3 วิธี ของสินค้า B 88

ตารางที่ 5.1 เทคนิคการพยากรณ์ค่า MSE ของสินค้าทั้ง 3 รายการ 92

ตารางที่ 5.2 ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปีของสินค้าทั้ง 3 รายการ 92

ตารางที่ 5.3 เทคนิคการสั่งซื้อที่เหมาะสมและค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้าทั้ง 3 รายการ 93

ตารางที่ 5.4 จุดสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรองของสินค้าทั้ง 3 รายการ 93

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลปริมาณยอดขายของสินค้า A มีการนำมาขายครั้งแรกปี 2554 – ปัจจุบัน 97

ตารางที่ ก-2 ข้อมูลปริมาณยอดขายของสินค้า B มีการนำมาขายครั้งแรกปี 2553 – ปัจจุบัน 98

ตารางที่ ก-3 ข้อมูลปริมาณยอดขายของสินค้า C มีการนำมาขายครั้งแรกปี 2551 – ปัจจุบัน 99

ตารางที่ ข-1 การจำแนกสินค้าคงคลังโดยใช้วิธี ABC Analysis 100

ตารางที่ ค-1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของยอดขายสินค้า A วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าสถิติและค่าที่ได้จากการคำนวณผลลัพธ์ 105

ตารางที่ จ-1 การคำนวณอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า A แบบไม่ใช้พารามิเตอร์ 107

ตารางที่ ฉ-1 การพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายของสินค้า A 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ฉ-2 การพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักของสินค้า A โดยมี $W_1 = 0.1$ และ $W_2 = 0.9$ 111

ตารางที่ ฉ-3 การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่ายของสินค้า A โดยมี $\alpha = 0.000001$ 114

ตารางที่ ช-1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของยอดขายสินค้า B วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าสถิติและค่าที่ได้จากการคำนวณผลลัพธ์ 117

ตารางที่ ฌ-1 การคำนวณอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า B แบบไม่ใช้พารามิเตอร์ 119

ตารางที่ ญ-1 การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ลของสินค้า B ในกรณีใช้ค่าปรับน้ำหนัก $\alpha = 0.380755$ 121

ตารางที่ ฎ-1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของยอดขายสินค้า C วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าสถิติและค่าที่ได้จากการคำนวณผลลัพธ์ 124

ตารางที่ ฐ-1 การคำนวณอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า C แบบไม่ใช้พารามิเตอร์ 126

ตารางที่ ฑ-1 การพยากรณ์โดยวิธีเคลื่อนที่แบบง่ายของสินค้า C 127

ตารางที่ ฑ-2 การพยากรณ์ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักของสินค้า C โดยมี $W_1 = 0.05$ $W_2 = 0.3$, $W_3 = 0.1$, $W_4 = 0.2$, $W_5 = 0.15$ และ $W_6 = 0.2$ 128

ตารางที่ ฑ-3 การพยากรณ์ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่ายของสินค้า C 129

ตารางที่ ฒ-1 ผลลัพธ์จากโปรแกรม Eviews9 ของสินค้า A 131

ตารางที่ ฒ-2 ผลลัพธ์จากโปรแกรม Eviews9 ของสินค้า B 133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ณ-1 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาสินค้า A 137

ตารางที่ ณ-2 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาสินค้า A 138

ตารางที่ ณ-3 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 1 คือ รูปแบบ MA(1) 141

ตารางที่ ณ-4 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 1 คือ รูปแบบ MA(1) ปรับรูปแบบโดยการตัด MA(1) ออกจากตัวแบบ 142

ตารางที่ ณ-5 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 2 คือ รูปแบบ AR(2) 145

ตารางที่ ณ-6 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 3 คือ รูปแบบ ARMA(2,3) 146

ตารางที่ ณ-7 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 3 คือ รูปแบบ ARMA(2,3) ปรับรูปแบบโดยการตัด AR(1) ออกจากตัวแบบ 144

ตารางที่ ณ-8 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 3 คือ รูปแบบ ARMA(2,3) ปรับรูปแบบโดยการตัด MA(1) ออกจากตัวแบบ 145

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ณ-9 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลา ของสินค้า B กรณีที่ 4 คือ รูปแบบ ARMA(3,2) 146

ตารางที่ ณ-10 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลา ของสินค้า B กรณีที่ 4 คือ รูปแบบ ARMA(3,2) ปรับรูปแบบโดยการตัด AR(3) ออกจากตัวแบบ 147

ตารางที่ ด-1 ค่าพยากรณ์ความต้องการและการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน VC ของสินค้า A ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้น 1”x 6”x 4”ม. 148

ตารางที่ ด-2 ค่าพยากรณ์ความต้องการและการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน VC ของสินค้า B ชักโครก EC-014-NEW 3/6 ลิตร 149

ตารางที่ ด-3 ค่าพยากรณ์ความต้องการและการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน VC ของสินค้า C ชักโครก MO12 สีขาว (บราโว) 150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แนวโน้มขึ้นของอนุกรมเวลา 10

รูปที่ 2.2 แนวโน้มเส้นตรงที่เพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ 10

รูปที่ 2.3 แนวโน้มเส้นตรงที่ลดลงในอัตราคงที่ 10

รูปที่ 2.4 อิทธิพลของฤดูกาลในช่วงเวลา 2 ปี 12

รูปที่ 2.5 แสดงอิทธิพลของฤดูกาลในช่วงเวลา 2 ปี 13

รูปที่ 2.6 แสดงอิทธิพลของวัฏจักรในช่วงเวลาระหว่างปี 2525-2545 13

รูปที่ 2.7 แสดงวัฏจักรธุรกิจ 13

รูปที่ 2.8 อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary Series) 23

รูปที่ 2.9 อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (Non - Stationary Series) เนื่องจากมีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง 23

รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษารายปี 39

รูปที่ 2.11 จุดสั่งซื้อที่มีความต้องการแน่นอน 41

รูปที่ 2.12 จุดสั่งซื้อที่มีความไม่แน่นอน 42

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย 52

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการพยากรณ์ 55

รูปที่ 4.1 ปริมาณยอดขายสินค้าชนิด A ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 60

รูปที่ 4.2 คอเรลโลแกรม $r_k(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.3 คอเรลโลแกรม $r_{kk}(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A 64

รูปที่ 4.4 ปริมาณยอดขายสินค้าชนิด B ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 67

รูปที่ 4.5 คอเรลโลแกรม $r_k(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B 69

รูปที่ 4.6 คอเรลโลแกรม $r_{kk}(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B 70

รูปที่ 4.7 ปริมาณยอดขายสินค้าชนิด C ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 73

รูปที่ ฒ-1 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ของสินค้า A โดยโปรแกรม Minitab 130

รูปที่ ฒ-2 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ของสินค้า B โดยโปรแกรม Minitab 132

รูปที่ ณ-1 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ของสินค้า A โดยโปรแกรม Minitab 135

รูปที่ ณ-2 คอเรลโลแกรม $r_k(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A 136

รูปที่ ณ-3 คอเรลโลแกรม $r_{kk}(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A 136

รูปที่ ณ-4 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ของสินค้า B โดยโปรแกรม Minitab 139

รูปที่ ณ-5 คอเรลโลแกรม $r_k(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B 140

รูปที่ ณ-6 คอเรลโลแกรม $r_{kk}(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B 140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สินค้าคงคลังจัดเป็นวัตถุดิบหมุนเวียนชนิดหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ธุรกิจสามารถดำเนินการผลิตและการขายได้อย่างต่อเนื่อง แต่การกำหนดของสินค้าคลังก็มีความสำคัญกับในธุรกิจ เพราะถ้ามีสินค้าคงคลังมากเกินไปอาจก่อให้เกิดปัญหาทั้งต้นทุนการเก็บรักษา สินค้าเสื่อมคุณภาพ ล้าสมัยหรือสูญหาย ขณะเดียวกันถ้ามีสินค้าคงคลังน้อยเกินไปก็อาจจะทำให้สูญเสียโอกาสในการขายสินค้าให้แก่ลูกค้าเนื่องจากสินค้าไม่พอ (Stock out) และอาจจะทำให้ต้องเสียลูกค้าไปในที่สุด ดังนั้นการจัดการสินค้าคงคลังเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความสำเร็จของธุรกิจ ดังนั้นในแต่ละบริษัทจำเป็นต้องมีระบบการบริหารการจัดการสินค้าคงคลังที่ดีและต้องเหมาะสมกับองค์กรของตน (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2553)

นอกจากนี้ถ้าหากไม่มีสินค้าคงคลังอาจจะทำให้การผลิตและการจำหน่ายสินค้าไม่ราบรื่น โดยทั่วไปฝ่ายขายค่อนข้างพอใจหากมีสินค้าคงคลังจำนวนมากเพราะให้ความรู้สึกมั่นใจว่าอย่างไรก็มีสินค้าให้ขาย แต่หน้าที่ของสินค้าคงคลัง คือรักษาความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทานทำให้เกิดการประหยัดต่อขนาด (Economy of Scale) เพราะการสั่งซื้อจำนวนมากจะทำให้มีส่วนลดในการสั่งซื้อสินค้ามากขึ้นไปด้วย แต่องค์กรจะต้องเสียค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง

ปัจจุบันได้มีการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (Asean Economics Community: AEC) ทำให้ภาคเอกชนที่ประกอบธุรกิจก่อสร้าง อสังหาริมทรัพย์ และวัสดุก่อสร้าง ต้องมีการปรับตัวเพื่อรองรับการแข่งขันที่จะเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการปรับโครงสร้างองค์กร การเพิ่มมูลค่าให้แก่สินค้า การลดต้นทุนการผลิต และการเตรียมความพร้อมทางด้านแรงงาน ฯลฯ ภาคเอกชนที่ประกอบธุรกิจดังกล่าวจึงจำเป็นที่เตรียมรับมือกับการแข่งขันของตลาดในประเทศและต่างประเทศ ด้านราคา และคุณภาพของสินค้านั้นเป็นส่วนสำคัญของการตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้า โดยหากมีการบริหารจัดการสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดต้นทุน และค่าใช้จ่าย ซึ่งจะทำให้ภาคเอกชนที่ประกอบธุรกิจดังกล่าวสามารถจำหน่ายสินค้าที่มีคุณภาพในราคาที่สามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ และยังส่งผลให้กำไรเพื่อขึ้นในอนาคตอีกด้วย

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทจัดจำหน่ายเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างทั้งปลีกและส่ง ด้วยเหตุนี้บริษัทจึงจำเป็นต้องมีสินค้าคงคลังเพื่อตอบสนองความต้องการลูกค้า ซึ่งการมีสินค้าคงคลังมากเกินก็จะเกิดต้นทุนในการจัดเก็บรักษาดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยบริษัทกรณีศึกษา ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการจัดการสินค้าคงคลังแต่ในปัจจุบันยังไม่มีระบบการจัดการสินค้าคงคลังที่เหมาะสม ทำให้เกิดปัญหาสินค้าค้างสต๊อก และบางครั้งยังพบปัญหาสินค้าไม่พอจัดจำหน่าย

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษจึงสนใจที่จะทำการศึกษาเพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม จุดการสั่งซื้อ (Reorder Point: ROP) ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock: SS) พร้อมทั้งวิเคราะห์อนุกรมเวลาและการพยากรณ์ยอดขายสินค้าให้กับทางบริษัทกรณีศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและหาวิธีในการกำหนดนโยบายสั่งซื้อสินค้าเพื่อจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

2. เพื่อนำเสนอกระบวนการจัดการบริหารสินค้าคงคลังให้เหมาะสมในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าโดยให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาการควบคุมสินค้าคงคลัง ของบริษัทกรณีศึกษา โดยมุ่งเน้นศึกษาเฉพาะสินค้าที่มีความสำคัญซึ่งผู้ประกอบการได้เลือกหมวดหมู่สินค้าที่ต้องการวิเคราะห์ แล้วนำหมวดหมู่สินค้าที่ผู้ประกอบการต้องการวิเคราะห์มาจัดกลุ่มสินค้า เลือกสินค้าในแต่ละหมวด ซึ่งจะทำการศึกษาสินค้าจำนวน 3 รายการ ได้แก่ สินค้าจากหมวด A สินค้าจากหมวด B และสินค้าจากหมวด C มาอย่างละ 1 รายการ เพื่อเป็นตัวแทนสินค้าในหมวดนั้นๆ นั่นคือ ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้น 1"x6"x4" ชักโครก EC-014 -NEW 3/6 ลิตร และชักโครก MO12 สีขาว (บราโว) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ด้านผู้ประกอบการ

1. บริษัทสามารถบริหารจัดการสินค้าคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

2. บริษัทสามารถนำวิธีการในเล่มปัญหาพิเศษไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง

1.4.2 ด้านคณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษ

คณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษมีความเข้าใจในทฤษฎีของสินค้าคงคลังและสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงานจริงได้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการสินค้าและราคาสินค้าต่อหน่วย เพื่อการจำแนกประเภทสินค้าคงคลังเป็นหมวด ABC และเลือกสินค้าในแต่ละหมวด ซึ่งจะทำการศึกษาสินค้าจำนวน 3 รายการ ได้แก่ สินค้าจากหมวด A สินค้าจากหมวด B และสินค้าจากหมวด C มาอย่างละ 1 รายการ

2. ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Mean Square Error: MSE) ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบและวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ็อกซ์และเจนกินส์

3. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Variability Coefficient: VC) เพื่อที่จะทราบลักษณะความต้องการของสินค้าหรือวัตถุดิบ ทำให้สามารถเลือกเทคนิคการสั่งซื้อสินค้าหรือวัตถุดิบ

4. คำนวณหาค่าปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสม (Economic Order Quantity: EOQ) จุดสั่งซื้อที่เหมาะสม (Reorder Point: ROP) สินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock: SS) และค่าใช้จ่ายที่ต่ำสุดโดยทฤษฎีสินค้าคงคลัง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

สินค้าคงคลัง (Inventory) คือ สินค้าและวัสดุที่เก็บไว้อยู่ในกระบวนการผลิตทั้งก่อนผลิตระหว่างผลิตและผลิตสำเร็จรอจำหน่าย ในบางบริบทอาจหมายถึงสินค้าสำเร็จเท่านั้น สินค้าคงคลังถือว่าเป็นสินทรัพย์ขององค์กรธุรกิจ และเพื่อไม่ให้การดำเนินธุรกิจขาดตอน จึงจำเป็นต้องมีการจัดการสินค้าคงคลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point: ROP) คือ เป็นระดับหรือจุดของสินค้าคงเหลือซึ่งต้องทำการสั่งซื้อสินค้าใหม่โดยกำหนดว่าต้องมีการรับสินค้าอย่างสม่ำเสมอตรงเวลาทุกครั้ง หรืออยู่ภายใต้สมมติฐานดังนี้

1. องค์กรจะซื้อสินค้าใหม่ต่อเมื่อสินค้านั้นๆ ถูกใช้จนหมดลง

2. สินค้าที่สั่งตามรายการนั้นสามารถถูกจัดส่งได้ทันทีและถึงแม้ว่าช่วงระยะเวลารอคอย (Lead Time) ของการสั่งซื้อสินค้าจะสั้นหรือยาวก็จำเป็นต้องกำหนดจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point) เพื่อให้องค์กรสามารถกำหนดแผนการผลิตและจัดให้มีสินค้าคงเหลือเก็บไว้ป้องกันการเกิดภาวะขาดแคลนหรือมีสินค้าไว้ใช้ได้ตลอดช่วงการผลิต

สินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock or Buffer Stock: SS) คือ สินค้าคงคลังจำนวนหนึ่งที่เก็บไว้เกินจากจำนวนหรือปริมาณที่เก็บไว้ตามรอบ ปกติเนื่องจากความต้องการสินค้าของลูกค้าหรือช่วงเวลารอคอย (Lead Time) ในการสั่งสินค้านั้นมีความไม่แน่นอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีสินค้าคงคลังสำรองไว้ในปริมาณที่เพียงพอกับการนำไปใช้

ระบบปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดหรือ EOQ (Economic Order Quantities) คือ วิธีการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ต่ำที่สุดหรือประหยัดที่สุด ช่วยในการกำหนดปริมาณสินค้าที่ต้องการสั่งซื้อในแต่ละครั้งว่าเป็นครั้งละเท่าไรจึงจะเหมาะสมและก่อให้เกิดต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายต่ำสุดโดยในการคำนวณ EOQ มีต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่สำคัญอยู่ 2 ต้นทุนคือต้นทุนการเก็บรักษาและต้นทุนการสั่งซื้อ

ต้นทุน คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการดำเนินการการผลิตสินค้าหรือบริการ ซึ่งก็คือจำนวนเงินที่ได้จ่ายไปในการซื้อสินค้า ข้าวของ วัตถุดิบต่างๆ เพื่อนำมาผลิตหรือขายสินค้าเพื่อให้ก่อให้เกิดรายได้ โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ การผลิต การทดสอบ การจัดเก็บ และการขนส่ง ซึ่งต้นทุนในสินค้าคงคลัง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ต้นทุนการเก็บรักษา (Holding Cost or Carrying Cost) คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการที่กิจการมีสินค้าสำรองอยู่ในโกดังหรือคลังสินค้า ได้แก่ ค่าหีบห่อ ค่าน้ำ-ไฟ ค่าซ่อมบำรุงรักษา เงินเดือนของแผนกคลังสินค้า เงินเดือนของพนักงานแผนกรักษาความปลอดภัย เป็นต้น

2. ต้นทุนการสั่งซื้อ (Ordering Cost) คือ ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการที่ทำการสั่งซื้อสินค้าหรือสั่งผลิตสินค้า ได้แก่ ต้นทุนออกใบสั่งซื้อสินค้า ค่าโทรศัพท์ ค่าขนส่ง เงินเดือนของพนักงานแผนกจัดซื้อ เป็นต้น

ช่วงเวลานำ (Lead Time) คือ ช่วงเวลานับต้นแต่วันที่ออกใบสั่งซื้อจนกระทั่งถึงวันที่รับของที่สั่ง ช่วงเวลานำสามารถแบ่งได้ สองประเภท คือ ช่วงเวลานำการสั่งซื้อและ ช่วงเวลานำการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มักจะใช้ตัวย่อว่า LT สำหรับช่วงเวลาในการสั่งซื้อ หากเป็นการสั่งซื้อในเขตพื้นที่ใกล้ๆ และผู้ส่งมอบมีของพร้อมจะจัดส่งให้ได้ทันที เมื่อสั่งไปก็จะได้รับของในเวลาใกล้เคียงกันกับเวลาที่ซื้อ กรณีเช่นนี้ช่วงเวลานำอาจจะกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ แต่สำหรับกรณีที่สั่งซื้อของจากต่างประเทศ หากระยะทางจากต่างประเทศไม่ได้ไกลมากนักและไม่ค่อยมีปัญหาด้านการขนส่ง ช่วงเวลานำนี้อาจจะกำหนดให้มีค่าคงที่ได้ แต่หากเป็นระยะทางไกลๆ และไม่มีความแน่นอนของระบบขนส่งมากนัก ช่วงเวลานำนี้ก็อาจจะมีความแน่นอนน้อยลง สำหรับช่วงเวลานำสามารถแบ่งย่อยได้เป็นสองส่วนดังนี้

1. ช่วงเวลานำด้านเอกสาร ซึ่งเป็นเวลาขออนุมัติจากผู้บริหารให้ทำการสั่ง เวลาช่วงนี้จะใช้เวลามากเพียงใดขึ้นอยู่กับระบบการบริหารภายใน

2. ช่วงเวลานำของผู้ส่งมอบ เป็นช่วงเวลานำตั้งแต่ผู้ส่งมอบได้รับเอกสารการสั่งซื้อจากบริษัทจนกระทั่งส่งสินค้าที่สั่งให้กับบริษัทนั้นๆ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการจำแนกสินค้าคงคลังเป็นหมวดเอบีซี (ABC)

การจัดการสินค้าคงคลังให้มีประสิทธิภาพมีหลายเทคนิค เทคนิควิธีหนึ่งที่นิยมก็คือ วิธี ABC Analysis ซึ่งกำหนดให้ธุรกิจให้ความสำคัญและความสนใจในการควบคุมกับรายการในประเภทสินค้าที่เหมาะสม

ระบบนี้เป็นวิธีการจำแนกสินค้าคงคลัง ออกเป็นประเภทโดยพิจารณาปริมาณและมูลค่าของสินค้าคงคลังแต่ละรายการเป็นเกณฑ์ เพื่อลดภาระในการดูแล ตรวจนับ และควบคุมสินค้าคลังที่มีอยู่มากมาย ซึ่งถ้าควบคุมทุกรายการอย่างเข้มงวดเท่าเทียมกัน จะเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากเกินความจำเป็น ถ้ารายการใดมีมูลค่าสูงจะมีการจัดการและควบคุมอย่างใกล้ชิด โดยปกติแล้วจะถูกแบ่งแยกออกเป็น 3 ชั้น (Class) คือ A, B และ C หรือเรียกว่า “ระบบ ABC” ระบบนี้นิยมใช้มากที่สุดในการจัดการการผลิตและการควบคุมสินค้าคงคลังตามระบบ ABC จะแบ่งเป็น 3 ขั้นดังต่อไปนี้

กลุ่ม A เป็นสินค้าที่มีมูลค่าสูงสุดแต่มีรายการสินค้าน้อยรายการ ประมาณร้อยละ 15-20 ของรายการทั้งหมด (Total Items) แต่มีมูลค่ามีประมาณร้อยละ 75-80 ของมูลค่าทั้งหมด (Total Value)

กลุ่ม B เป็นสินค้าที่มีมูลค่าปานกลาง โดยมีจำนวนสินค้าประมาณร้อยละ 30-40 ของรายการทั้งหมด มีมูลค่าประมาณร้อยละ 15 ของมูลค่าทั้งหมด

กลุ่ม C เป็นสินค้าที่มีมูลค่าต่ำ แต่มีจำนวนรายการสินค้าประมาณร้อยละ 40-50 ของรายการสินค้าทั้งหมด และมีมูลค่าประมาณร้อยละ 5-10 ของมูลค่าทั้งหมดเท่านั้น

การควบคุมสินค้าคงคลังขึ้นอยู่กับประเภทของสินค้าคงคลัง โดยมีแนวทางการควบคุมสินค้าคงคลังดังนี้

สินค้าคงคลังประเภท A เป็นกลุ่มสินค้าที่มีมูลค่าสูงที่สุด มักใช้การควบคุมสินค้าคงคลังแบบต่อเนื่อง (Continuous Inventory System) เนื่องจากต้องมีการควบคุมอย่างเข้มงวด มีการตรวจสอบตลอดเวลา และต้องมีโอกาสที่จะเกิดการขาดแคลนสินค้าน้อยที่สุด

สินค้าคงคลังประเภท B ใช้ระบบการควบคุมสินค้าคงคลังแบบต่อเนื่องเช่นเดียวกันกับสินค้าคงคลังประเภท A แต่มีการควบคุมที่เข้มงวดและมีความถี่ในการตรวจสอบที่น้อยกว่า

สินค้าคงคลังประเภท C เป็นกลุ่มสินค้าที่มีมูลค่าต่ำ การควบคุมจะไม่เข้มงวดนัก โดยการตรวจนับอาจใช้การสุ่มตรวจ (คำนาย อภิปรัชญาสกุล, 2556)

สูตรการคำนวณหามูลค่าของสินค้า

มูลค่าสินค้า = ปริมาณความต้องการสินค้า $\times$ ราคาสินค้าต่อหน่วย (2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

อนุกรมเวลา หมายถึง กลุ่มของค่าสังเกตที่เก็บรวบรวมมาตามเวลาอย่างต่อเนื่อง ช่วงเวลาระหว่างค่าสังเกตที่เก็บจะเท่ากันหรือไม่ก็ได้ มักใช้สัญลักษณ์ $\{Y_t\}$ แทนอนุกรมเวลา $y_1, y_2, y_3, ..., y_n$ ที่เก็บมาใน n ช่วงเวลา

การวิเคราะห์อนุกรมเวลามีวัตถุประสงค์หลัก ได้แก่

1. เพื่อศึกษารูปแบบการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา โดยการสร้างรูปแบบอนุกรมเวลาหรือรูปแบบการถดถอยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมเวลาที่แทนปัจจัย หรือตัวแปรต่างๆ

2. เพื่อพยากรณ์ค่าในอนาคตจากรูปแบบหรือสมการที่สร้างขึ้น

การพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนหรือทำนายลักษณะการเกิดของเหตุการณ์หรือสภาพการณ์ในอนาคตโดยศึกษารูปแบบการเกิดของเหตุการณ์หรือสภาพการณ์จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมอย่างมีระบบ หรือจากความรู้ความสามารถ ประสบการณ์ และวิจารณญาณของผู้พยากรณ์ การพยากรณ์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อบุคคลและองค์กรในงานสาขาต่างๆ ตัวอย่างเช่น การเงิน การบริหารการขายการวิจัย การศึกษา เศรษฐกิจ อุตุนิยมวิทยา อุตสาหกรรม เพราะเมื่อผู้บริหารองค์กรทั้งขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่และทั้งของรัฐและเอกชนทราบว่าจะเกิดเหตุการณ์หรือสภาพการณ์ใดในอนาคตด้วยความเชื่อมั่นระดับหนึ่ง การวางแผนหรือการตัดสินใจที่ถูกต้องจะให้ประโยชน์สูงสุดแก่องค์กร (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2549)

2.2.1 การตรวจสอบข้อกำหนดข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติที่ใช้พารามิเตอร์มีเงื่อนไขที่ผู้ใช้ต้องทำการตรวจสอบก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องใดๆ ดังนั้นในเบื้องต้นควรมีการทดสอบข้อกำหนดสำหรับเงื่อนไขที่ต้องตรวจสอบที่สำคัญ คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) มีการแจกแจงแบบปกติ ในกรณีที่พบว่าข้อกำหนดเบื้องต้นไม่เป็นจริงหรือต้องการหลีกเลี่ยงข้อกำหนดจะแนะนำให้ใช้การทดสอบด้วยสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์แทน และวิธีการตรวจสอบการแจกแจงข้อมูลว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ แบ่งเป็น 2 วิธี คือ

2.2.1.1 การตรวจสอบข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติโดยใช้กราฟ

1. Histogram เป็นกราฟแท่ง แกนนอนแสดงค่าของข้อมูล โดยแบ่งค่าข้อมูลออกเป็นช่วงๆ แต่ละช่วงมีความยาวเท่ากัน ส่วนแกนตั้งแสดงจำนวน case (ความถี่) ที่มีค่าในแต่ละช่วง การพิจารณาว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกตินั้น สามารถพิจารณาจากความเบี่ยงเบนของข้อมูลว่ามีลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบระฆังคว่ำ (Normal Distribution)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Stem-and-leaf การสร้างตารางแจกแจงความถี่ และฮิสโตแกรมอาจทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าข้อมูลที่มีอยู่มีค่าใดบ้าง เนื่องจากได้จัดแบ่งข้อมูลที่มีอยู่เป็นช่วงๆ ซึ่งแต่ละช่วงแทนค่าที่เป็นไปได้ชุดใหม่ที่ให้ภาพคร่าวๆ ว่าข้อมูลในแต่กลุ่มมีมากหรือน้อยเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลกลุ่มอื่นๆ นอกจากจะใช้ตารางแจกแจงความถี่ หรือฮิสโตแกรมแล้ว อาจจะใช้วิธีการสร้างแผนภาพเพื่อแจกแจงความถี่และวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นไปพร้อมกัน ที่เรียกว่าแผนภาพ ต้น - ใบ (stem-and-leaf plot หรือ stem plot) การพิจารณาว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกตินั้น สามารถพิจารณาจากการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบระฆังคว่ำ (Normal Distribution) เหมือนกับกราฟฮิสโตแกรม แต่เป็นฮิสโตแกรมทางด้านข้าง

3. Box plot ใช้แสดงค่ากลาง ค่าการกระจาย สัดส่วนข้อมูลที่มากหรือน้อยกว่าค่ากลาง (Symmetry) รวมทั้งข้อมูลที่อยู่ห่างจากกลุ่มมากๆ (Outlier) Box plot จะแสดงข้อมูลทั้งหมดออกมา 3 Quartiles โดยมีการจัดเรียงอันดับของข้อมูลแล้ว ดังนี้

1. ข้อมูลที่ตกอยู่ภายใต้ Q1 (Quartile 1) คือ ข้อมูล 25% แรกจากค่าต่ำขึ้นมา จะแสดงในรูปเส้นตรงหนึ่งเส้น (Whisker)

2. ข้อมูลที่ตกอยู่ภายใต้ Q2 คือ ข้อมูลตัวที่มากกว่า 25% จนถึงตัวที่ 75% โดยแสดงออกมาในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

3. ข้อมูลภายใน Q3 นี้ จะมีค่าที่ 50% ของข้อมูลอยู่ เขียนแทนด้วยเส้นตรงอยู่ภายในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ค่านี้คือค่าค่ากลางของข้อมูลทั้งหมด (Median) และตรงค่าเฉลี่ย (Mean) จะแทนด้วย เครื่องหมายบวก โดยที่ค่าอาจจะเท่าหรือต่างกับค่า Median ก็ได้ ส่วนค่าที่ตกอยู่ภายใต้ Q3 คือตัวที่มากกว่า 75% ขึ้นไป จะเขียนแทนด้วยเส้นตรง เช่นเดียวกับ Q1

เส้นค่ากลางจะแบ่งจำนวนข้อมูลใน Q2 ออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน ดังนั้นถ้าค่ากลางนี้ไม่ได้อยู่ตรงกลางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า นั่นหมายถึงรูปกราฟจะเบ้ไป หรือความหนาแน่นของข้อมูลจะไม่เท่ากัน

4. Normal Plot แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1. Normal P-P เป็นกราฟที่เขียนจากความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลจริงกับค่าที่คาดหวัง ใช้ตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูล เช่น ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงปกติการกระจายของข้อมูลควรมีลักษณะเป็นเส้นตรง

2. Normal Q-Q เป็นกราฟที่ใช้ตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูล เช่นเดียวกับ Normal P-P โดยแสดงจุดจากค่าที่ได้จากข้อมูลจริงบนแกนนอน และค่าที่คาดไว้ (Expexted Value) ว่าข้อมูลควรมีการแจกแจงแบบนั้นบนแกนตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 การตรวจสอบข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติโดยใช้ค่าสถิติ

1. Lilliefor's test ใช้ตรวจสอบการแจกแจงของประชากรเป็นปกติหรือใกล้เคียงแบบปกติหรือไม่ จะใช้ในกรณีที่ไม่ได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ (ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน) ซึ่งเป็นวิธีทดสอบที่ให้อำนาจของการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบแบบอื่นๆ ซึ่งการทดสอบจะเหมือน Kolmogorov-Smirnov แต่ Lilliefor's test จะไม่ได้กำหนดค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จึงต้องประมาณด้วย $\overline{X}$ และ ประมาณ σ ด้วย S การทดสอบนี้ควรใช้เมื่อมีขนาดตัวอย่างอย่างน้อย 50 หน่วย

สมมติฐานของการทดสอบคือ

H_0: ข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) มีการแจกแจงปกติ

H_1: ข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

จะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า Sig. ของการทดสอบน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด

สถิติทดสอบ $D = \max\left|F(X) - S(X)\right|$ โดย $F(X) = P(X \le x) = P\left[Z < \dfrac{X - \overline{X}}{S}\right]$

2. Shapiro-Wilk ใช้ตรวจสอบว่าการแจกแจงของประชากรเป็นปกติหรือใกล้เคียงแบบปกติหรือไม่ จะใช้ในกรณีที่ทราบหรือไม่ทราบค่าพารามิเตอร์ (ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน) และขนาดตัวอย่างไม่เกิน 50 หน่วย ซึ่งเป็นวิธีทดสอบที่ให้อำนาจของการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบแบบอื่นๆ นิยมใช้ค่อนข้างแพร่หลาย การหาค่าสถิติทดสอบไม่ยุ่งยาก

3. Kolmogorov-Smirnov ใช้ตรวจสอบว่าการแจกแจงของประชากรเป็นปกติหรือใกล้เคียงแบบปกติหรือไม่ จะใช้ในกรณีที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ (ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน) และ ข้อมูลที่นำมาทดสอบโดยใช้ Kolmogorov-Smirnov Test ต้องเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ และมีมาตรวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ (Ordinal Scale)

สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้าทั้ง 3 ชนิด จะทดสอบโดยใช้สถิติ คือ Lilliefor's test เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้าทั้ง 3 ชนิด มีขนาดตัวอย่างมากกว่า 50 หน่วย และไม่ได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ (ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน) (สุจิตรา สุคนธมัต, 2557)

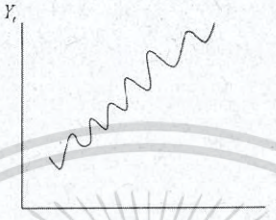
2.2.2 ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

ส่วนประกอบหลักของอนุกรมเวลา (คมสัน สุริยะ, 2548) มีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 ค่าแนวโน้ม (Trend: T)

ค่าแนวโน้ม หมายถึง การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะเวลายาวนาน ซึ่งปกติแล้วค่าแนวโน้มจะแสดงถึงทิศทางของการเปลี่ยนแปลงอนุกรมเวลาชุดนั้นๆ ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (รูปที่ 2.1) หรือลดลง โดยอาจมีได้หลายรูปแบบลักษณะเป็นเส้นตรง (รูปที่ 2.2 และรูปที่ 2.3) เส้นโค้ง หรือเป็นลักษณะอื่น ซึ่งในการวิเคราะห์ต้องนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟก่อนเพื่อให้ทราบถึงลักษณะของสมการเพื่อใช้ในการพยากรณ์



รูปที่ 2.1 แนวโน้มขึ้นของอนุกรมเวลา

รูปที่ 2.2 แนวโน้มเส้นตรงที่เพิ่มขึ้นในอัตราคงที่

รูปที่ 2.3 แนวโน้มเส้นตรงที่ลดลงในอัตราคงที่

ที่มา: สมศรี บัณฑิตวิไล, 2551

ค่าแนวโน้มจะสามารถบอกให้ทราบว่าข้อมูลนั้นมีความโน้มเอียงไปในทิศทางใด เพิ่มขึ้น หรือลดลง เป็นไปในทิศทางระยะยาว ในการคำนวณค่าแนวโน้มจะต้องทราบถึงลักษณะของข้อมูลชุดนั้นๆ เสียก่อนว่ามีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือไม่ได้อยู่ในรูปแบบเส้นตรง การวิเคราะห์ก็จะแทนด้วยสมการเส้นตรง หรือสมการอื่น เช่น Quadratic, Exponential เป็นต้น

1. แนวโน้มแบบเส้นตรง (Linear)
2. แนวโน้มแบบ Quadratic
3. แนวโน้มแบบ Exponential

โดยผู้วิจัยจะทำการทดสอบข้อมูลยอดขายสินค้าทั้ง 3 ชนิด จากทั้ง 3 รูปแบบ รูปแบบใดให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุด จะเลือกรูปแบบนั้นเป็นรูปแบบที่เหมาะสมในกรณีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีปรับให้เรียบ

1. แนวโน้มแบบเส้นตรง

มีรูปแบบเป็น $Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$ (2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวประมาณของพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 จะหาได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ในกรณี t = 1, 2, ..., n

ตัวประมาณของ β_1 คือ $b_1 = \frac{SS_{ty}}{ss_{tt}} = \frac{12SS_{ty}}{\left(n\left(n^2-1\right)\right)}$

เมื่อ $SS_{yy} = \sum tY - \left(\frac{n+1}{2}\right)\sum Y$

$$SS_{tt} = \frac{\left(n\left(n^2-1\right)\right)}{12}$$

ตัวประมาณของ β_0 คือ $b_0 = \bar{Y} - \left(\frac{n+1}{2}\right)b_1$

2. แนวโน้มแบบ Quadratic

มีรูปแบบเป็น $Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \varepsilon_t$ (2.3)

ตัวประมาณของพารามิเตอร์ β_0, β_1 และ β_2 จะหาได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ในกรณี $\sum t = \sum t^3 = 0$ แล้วจะได้สมการปกติ

$$nb_0 + \sum t^2 b_2 = \sum Y$$
$$\sum t^2 b_1 = \sum tY$$
$$\sum t^2 b_0 + \sum t^4 b_2 = \sum t^2 Y$$

แล้วหาค่า b_0, b_1 และ b_2 จากการแก้สมการปกติดังกล่าว

3. แนวโน้มแบบ Exponential

มีรูปแบบเป็น $Y_t = \beta_0 \beta_1^t \varepsilon_t$ (2.4)

จากรูปแบบแนวโน้มแบบ Exponential จะแปลงให้อยู่ในรูปแบบแนวโน้มเส้นตรง โดยการแปลง Y_t เป็น $\ln Y_t$ นั่นคือจากรูปแบบ $Y_t = \beta_0 \beta_1^t \varepsilon_t$

แปลงให้เป็น $\ln Y_t = \ln \beta_0 + t \ln \beta_1 + \ln \varepsilon_t$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ $Y_t' = \beta_0' + \beta_1' t + \varepsilon_t'$

การประมาณ β_0' และ β_1' จะเหมือนกับการประมาณ β_0 และ β_1 ในรูปแบบแนวโน้มเส้นตรง ค่าประมาณ b_0' และ b_1' ที่ได้จะทำให้ได้ b_0 และ b_1 โดย $b_0 = \exp\left(b_0'\right)$ และ $b_1 = \exp\left(b_1'\right)$ ทำให้ได้สมการแนวโน้ม

$$Y_t = b_o b_1^t Y \tag{2.5}$$

2.2.2.2 การเคลื่อนไหวตามฤดูกาล (Seasonal Movement: S)

การเคลื่อนไหวตามฤดูกาล หมายถึง การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในช่วงระยะเวลาอันสั้น ส่วนใหญ่จะไม่เกิน 1 ปี โดยเป็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงวัน การเปลี่ยนแปลงในรอบสัปดาห์ หรือการเปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือน โดยรูปแบบที่เกิดขึ้นจะมีการเคลื่อนไหวขึ้นลงซ้ำๆ กันอย่างสม่ำเสมอในช่วงเวลาเดียวกันของวันหรือสัปดาห์หรือเดือนในแต่ละปี

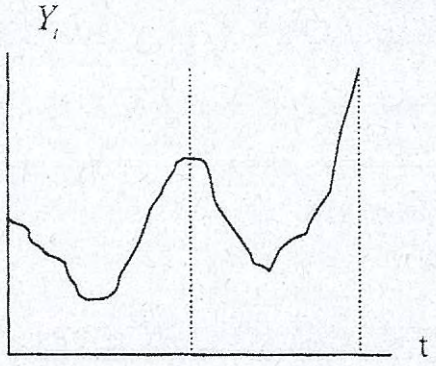
รูปที่ 2.4 อิทธิพลของฤดูกาลในช่วงเวลา 2 ปี

ที่มา: สมศรี บัณฑิตวิไล, 2551

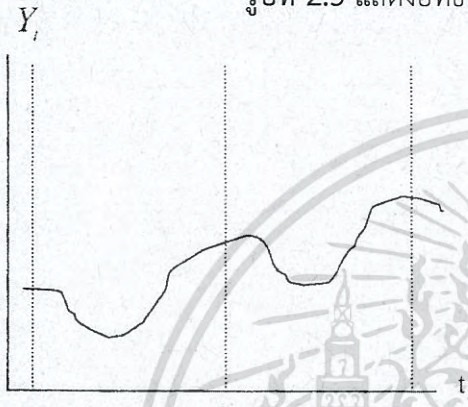
2.2.2.3 การเคลื่อนไหวตามวัฏจักร (Cyclical Movement: C)

การเคลื่อนไหวตามวัฏจักร หมายถึง การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่เกิดขึ้นสม่ำเสมอในระยะเวลายาวเช่นเดียวกับค่าแนวโน้ม แต่ลักษณะและรูปแบบแตกต่างกัน โดยที่จะมีการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่เกิดขึ้นซ้ำๆ กัน คล้ายกับการเคลื่อนไหวตามฤดูกาล แต่การเคลื่อนไหวตามวัฏจักรจะมีระยะเวลามากกว่า 1 ปี โดยทั่วไปวัฏจักรจะประกอบไปด้วย 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงรุ่งเรือง (Growth) ช่วงคงที่ (Maturity) ช่วงตกต่ำ (Decline)

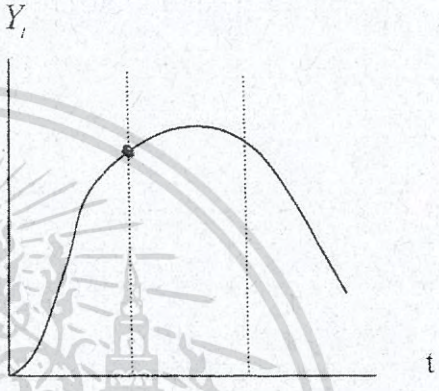
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงอิทธิพลของฤดูกาลในช่วงเวลา 2 ปี



รูปที่ 2.6 แสดงอิทธิพลของวัฏจักรในช่วงเวลาระหว่างปี 2525-2545



รูปที่ 2.7 แสดงวัฏจักรธุรกิจ

ที่มา: สมศรี บัณฑิตวิไล, 2551

2.2.2.4 การเคลื่อนไหวผิดปกติ (Irregular movement: I)

การเคลื่อนไหวผิดปกติ หมายถึง การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่มิได้คาดคิดมาก่อน มักจะเกิดขึ้นโดยบังเอิญและรวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถจะจัดเข้าไปอยู่ในลักษณะการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 ที่กล่าวมาข้างต้น การเคลื่อนไหวที่ไม่แน่นอน เกิดขึ้นเนื่องด้วยปัจจัยต่างๆ เช่น ภัยธรรมชาติน้ำท่วม ฝนแล้ง แผ่นดินไหว สงคราม และการนัดหยุดงาน เป็นต้น ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้มีการเกิดขึ้นเป็นประจำ

2.2.3 การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล

ก่อนการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ค่าในอนาคต ผู้พยากรณ์ควรทราบว่าอนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวเนื่องมาจากส่วนประกอบใดบ้าง เพื่อกำหนดรูปแบบอนุกรมเวลาจากส่วนประกอบที่เป็นไปได้ ได้แก่ แนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักร และเหตุการณ์ที่ผิดปกติ การพิจารณาการเคลื่อนไหวขั้นต้นเริ่มจากการพล๊อตอนุกรมเวลา อย่างไรก็ตามบางครั้งเราไม่สามารถสรุปจากการพล๊อตว่ามีส่วนประกอบใดบ้าง ดังนั้นเราจึงต้องทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับรูปแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลา ซึ่งการทดสอบสมมติฐานจะมีทั้งการทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ (Parametric Test) และแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Test) การทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ให้อำนาจทดสอบที่ต่ำกว่าการทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ แต่การทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า

2.2.3.1 การทดสอบแนวโน้มแบบใช้พารามิเตอร์

การทดสอบแนวโน้มแบบใช้พารามิเตอร์ที่จะกล่าวถึง ได้แก่ การทดสอบของ Von Neumann (Von Neumann's Ratio Test หรือ Mean Square Successive Difference Test) และการทดสอบของ Box และ Pierce (Box and Pierce's Test)

2.2.3.2 การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์

การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์จะใช้การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง ซึ่งเป็นการทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ช่วงเวลา L หรือผลคูณของ L เมื่อ L เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี นั่นคือพิจารณาว่าค่าสังเกตที่ห่างกัน L ช่วงเวลามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ กรณีที่มีสหสัมพันธ์กันเชิงบวกแสดงว่าอนุกรมเวลานั้นมีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.2.3.3 การทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ ได้แก่ การทดสอบแบบวิ่ง (Run Test) การทดสอบแบบจุดกลับ (Turning Point Test) การทดสอบแบบเครื่องหมาย (Sign Test) การทดสอบของ Daniel (Daniel's Test) และการทดสอบของ Kendall (Kendall's Tau Test) ตัวทดสอบสำหรับแต่ละการทดสอบจะแตกต่างกันเมื่อขนาดของอนุกรมเวลาแตกต่างกัน

1. การทดสอบแบบวิ่ง (Run Test)

การทดสอบแบบวิ่ง เป็นการทดสอบแนวโน้ม โดยพิจารณาค่าสังเกตในอนุกรมเวลาเปรียบเทียบกับค่ามัธยฐาน (ค่าเฉลี่ย) ของอนุกรมเวลา แล้วพิจารณาว่าจำนวนค่าสังเกตที่สูงกว่าค่ามัธยฐาน (ค่าเฉลี่ย) และจำนวนค่าสังเกตที่ต่ำกว่าค่ามัธยฐาน (ค่าเฉลี่ย)

2. การทดสอบแบบจุดกลับ

การทดสอบแบบจุดกลับ เป็นการทดสอบแนวโน้มโดยพิจารณาค่าสังเกตในอนุกรมเวลาว่ามีการเปลี่ยนแปลงจากการมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นลดลงหรือมีค่าลดลงเป็นเพิ่มขึ้นมากครั้งเท่าใด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดจุดวกกลับบนกราฟ ตัวสถิตินี้จะขึ้นกับจำนวนจุดกลับบนกราฟ กรณีที่มีจุดกลับของกราฟมีน้อยจะเป็นกรณีที่อนุกรมเวลามีแนวโน้มซึ่งอาจจะเป็นแบบขึ้นหรือแบบลง

3. การทดสอบแบบเครื่องหมาย

การทดสอบแบบเครื่องหมายเป็นการทดสอบแนวโน้มที่พิจารณาว่าค่าสังเกตที่อยู่ติดกัน มีค่าต่างกันทางบวกหรือทางลบ นั่นคือพิจารณาค่าสังเกตว่าค่าสังเกต มีค่ามากกว่าหรือน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า Y_{t-1} ซึ่งจะพิจารณาได้จากเครื่องหมายของผลต่างครั้งที่หนึ่ง $Y_t - Y_{t-1}$ ว่าเป็นบวกหรือลบ กรณีที่ผลต่างเป็นบวกมากครั้ง หรือลบมากครั้ง เป็นผลจากการที่อนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้นหรือแนวโน้มลง

4. การทดสอบของ Daniel

ในเล่มปัญหาพิเศษนี้เราใช้วิธี Daniel ในการทดสอบแนวโน้ม ซึ่งการทดสอบของ Daniel เป็นการทดสอบแนวโน้มที่ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Spearman (r_s) ซึ่งเป็นค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร แต่ละตัวแปรทีค่าแทนลำดับ (rank) ของค่าสังเกตหรือแปลงค่าสังเกตเป็นลำดับแล้ว กรณีที่อนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้นหรือลง ค่า r_s จะมีค่าเข้าใกล้ 1 หรือ -1 การทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนด H_0 และ H_1

H_0: อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม

H_1: อนุกรมเวลามีแนวโน้ม

2. ตัวสถิติ

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

$d_t = t -$ ลำดับที่ของ $Y_t = t - R(Y_t)$

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

3.1 สำหรับอนุกรมเวลาขนาดเล็ก $n \le 30$ มีบริเวณวิกฤติคือ $r_s \le -r_{\alpha/2}$ และ $r_s \le r_{\alpha/2}$ ซึ่ง $r_{\alpha/2}$ ที่ n และ α เป็นค่าวิกฤติที่ได้จากตาราง Spearman

1.2 สำหรับอนุกรมเวลามีขนาดใหญ่ $n > 30$ ใช้สถิติทดสอบ $Z = \frac{(r_s - \mu_{rs})}{\sigma_{rs}}$

เมื่อ $\mu_{rs} = 0$ และ $\sigma_{rs} = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$ มีบริเวณวิกฤติคือ $Z \le -Z_{\alpha/2}$ และ $Z > Z_{\alpha/2}$

5. การทดสอบของ Kendall

การทดสอบของ Kendall เป็นการทดสอบแนวโน้มที่ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r ของ Kendall การทดสอบจะพิจารณาจำนวน $\frac{n(n-1)}{2}$ คู่ของค่าสังเกตสำหรับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มขึ้น ค่าสังเกตจะมีค่ามากกว่าค่าก่อนหน้าและมีค่าน้อยกว่าค่าที่ตามมา คู่เพิ่มขึ้น (Upward Pair) หมายถึง คู่ที่ค่าหลังมากกว่าค่าหน้า และคู่ลดลง (Downward Pair) หมายถึง คู่ที่ค่าก่อนหน้ามีค่ามากกว่าค่าหลัง กำหนดให้ N_u เป็นจำนวนคู่เพิ่มขึ้น และ N_d เป็นจำนวนคู่ลดลง สำหรับอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ไม่มีแนวโน้ม N_u และ N_d จะมีค่าไม่ต่างกัน อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มขึ้นจะมี N_u มากกว่า N_d และอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มลงจะมีค่า N_u น้อยกว่า N_d ซึ่ง $N_u + N_d = \frac{n(n-1)}{2}$

2.2.3.4 การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์จะใช้การทดสอบของ Kruskal และ Wallis ซึ่งเป็นการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ที่ใช้เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม จะประยุกต์การทดสอบนี้กับการทดสอบว่าอนุกรมเวลาที่กำจัดแนวโน้มแล้วมีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องหรือไม่ การทดสอบใช้ลำดับของค่าสังเกตที่กำจัดแนวโน้มแทนค่าสังเกตในการพิจารณาการทดสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนด H_0 และ H_1

H_0: อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

H_1: อนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

2. ตัวสถิติ

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

ซึ่ง n_i = จำนวนค่าสังเกตในฤดูกาลที่ i

$n = \sum n_i$

Y_t' = ค่าสังเกตที่ปรับแนวโน้มแล้ว ณ เวลาที่ t

$R_i = \sum_{\text{ฤดูกาลที่ } i}$ ลำดับที่ของ Y_t'

ตัวสถิติ H มีการแจกแจงประมาณแบบไคสแควร์ที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ L-1

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

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

ซึ่ง $\chi^2_{\alpha,L-1}$ เป็นค่าวิกฤติที่ได้จากตารางไคสแควร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลา

วิธีการพยากรณ์ปัจจุบันมีหลายวิธี ซึ่งข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลมาอย่างต่อเนื่อง เรียกว่า อนุกรมเวลา (Time Series) ความถูกต้องของการพยากรณ์ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของรูปแบบอนุกรมเวลาที่ใช้ วิธีการต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลามีดังนี้

1. วิธีอย่างง่าย (Naive Method) ค่าพยากรณ์ในอนาคตจะมีค่าเป็นสัดส่วนของค่าสังเกตล่าสุด ซึ่งสัดส่วนอย่างไรนั้นผู้พยากรณ์จะต้องกำหนดขึ้น

2. วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) ค่าพยากรณ์ในอนาคตจะได้จากการรวมค่าวัดส่วนประกอบของอนุกรมเวลา ได้แก่ ค่าแนวโน้ม ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล ค่าวัฏจักร และค่าวัดเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

3. วิธีปรับให้เรียบ (Smoothing Method) ค่าพยากรณ์ในอนาคตเป็นค่าที่ได้จากค่าสังเกตในอดีต โดยให้น้ำหนัก (Weight) กับค่าสังเกตแบบต่างๆ

4. วิธี Box และ Jenkins (Box – Jenkins Method) เป็นการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยการหารูปแบบที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation Function: ACF) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) เป็นหลักในการพิจารณา

ซึ่งในปัญหาพิเศษเล่มนี้จะกล่าวถึงเพียง วิธีปรับให้เรียบ (Smoothing Method) และวิธี Box และ Jenkins (Box – Jenkins Method)

2.2.4.1 อนุกรมเวลาปรับให้เรียบ

การปรับเรียบเป็นวิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลาระยะทันทีทันใด และระยะสั้น รวมถึงระยะปานกลางได้บ้าง ซึ่งเหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา หรือข้อมูลที่ไม่มีแนวโน้ม โดยจะอาศัยการเฉลี่ย (Smoothing) ข้อมูลในอดีตของอนุกรมในทางลดลง (Exponential) โดยข้อมูลจะถูกถ่วงน้ำหนักมากถ้าเป็นข้อมูลปัจจุบันซึ่งเป็นการใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักที่ค่อนข้างซับซ้อน แต่มีข้อดี คือ ง่ายต่อการใช้งานและใช้ข้อมูลในอดีตเพียงเล็กน้อยเท่านั้นในการพยากรณ์

1. อนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มและไม่มีฤดูกาล

1.1 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average Method) หรือ SMA ค่าพยากรณ์จะได้จากค่าสังเกตล่าสุดจำนวนหนึ่ง โดยน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าจะเท่ากัน กรณีใช้ k ค่าสังเกตจะให้ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \ldots + Y_{t-k+1}}{k} \quad (2.6)$$

จำนวนค่าสังเกตที่จะนำมาหาค่าเฉลี่ยนั้นจะมีจำนวนไม่แน่นอน จำนวนที่เหมาะสม คือ จำนวนที่ทำให้ค่าพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด นั่นคือให้ค่า SSE หรือ MSE หรือ RMSE น้อยที่สุด

1.2 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average Method) หรือ WMA วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักจะเหมือนกับวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย จะต่างกันเพียงน้ำหนักที่ให้กับแต่ละค่าสังเกตต่างกัน กรณีใช้ k ค่าสังเกตจะให้ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+1

$$\hat{Y}_{t+1} = w_1 Y_t + w_2 Y_{t-1} + \ldots + Y_{t-k+1} \quad (2.7)$$

ซึ่ง w_i เป็นค่าถ่วงน้ำหนักซึ่ง $\sum w_i = 1$

1.3 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย (Single Exponential Smoothing Method) หรือ SES วิธีนี้ค่าพยากรณ์จะได้จากค่าสังเกตที่ผ่านมาทั้งหมด น้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าไม่เท่ากัน น้ำหนักที่ให้จะให้กับค่าที่เกิดขึ้นล่าสุดสูงที่สุด และจะลดหลั่นกันไปสำหรับค่าสังเกตที่อยู่ห่างออกไป น้ำหนักที่ให้กับค่าที่เกิดขึ้นอยู่กับค่าปรับน้ำหนัก (α) สมการพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ ณ เวลา t เมื่อใช้ค่าสังเกต $Y_t, Y_{t-1}, \ldots$

ซึ่งค่าถ่วงน้ำหนักทั้งหมดจะรวมกันเป็น 1 อาจจะเขียนสมการพยากรณ์ใหม่อีกสองแบบได้แก่ แบบปรับให้เรียบ (Smoothing form) และแบบปรับค่าเดิมด้วยความคลาดเคลื่อน (Error correction form) ดังนี้

$$Y_{t+1} = \alpha Y_t + (1-\alpha)\hat{Y}_t \quad (2.8)$$

$$\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t + \alpha e_t \quad (2.9)$$

แบบปรับให้เรียบจะได้จากการเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของค่าจริงและค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ส่วนแบบปรับค่าเดิมด้วยความคลาดเคลื่อนจะได้จากการปรับค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ด้วย α เท่าของความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

แบบปรับให้เรียบจะได้จากการเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของค่าจริงและค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ส่วนแบบปรับค่าเดิมด้วยความคลาดเคลื่อนจะได้จากการปรับค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ด้วย α เท่าของความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ค่าพยากรณ์ของ Y ณ เวลา t+1 คือ F_{t-1} ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1-\alpha)F_t \qquad (2.10)$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าการพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t+1$

Y_t = ค่าของอนุกรมเวลาช่วงเวลา t

α = ค่าคงที่สำหรับทำให้เรียบ

การสร้างสมการพยากรณ์โดยวิธี SES มีรายละเอียดคือ

1. ค่าเริ่มต้น (Initial value) ด้วยหลักการของการปรับให้เรียบ การหาค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+1 ($\hat{Y}_{t+1}$) จะต้องทราบค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ($\hat{Y}_{t+1}$) มาก่อน ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดค่าเริ่มต้นของค่าพยากรณ์เพื่อให้ค่าพยากรณ์ต่อๆ ไปได้ ค่าเริ่มต้นจะกำหนดได้หลายวิธีดังนี้ (เมื่อให้ $\hat{Y}_{\text{init}}$ เป็นค่าเริ่มต้น)

$\hat{Y}_{\text{init}} = \hat{Y}_1 = \overline{Y}$ โดย $\overline{Y}$ เป็นค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา และจะทำให้หาค่าพยากรณ์ $\hat{Y}_t$ สำหรับ t = 2, 3, 4, ...

$\hat{Y}_{\text{init}} = \hat{Y}_2 = Y_1$ จะทำให้หาค่าพยากรณ์ $\hat{Y}_t$ สำหรับ t = 3, 4, ... ได้

$\hat{Y}_{\text{init}} = \hat{Y}_{m+1} = \overline{Y}_m =$ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกต m ค่าแรกจะทำให้หาค่าพยากรณ์ $\hat{Y}_t$ สำหรับ t = m+2, m+3, ...

2. ค่าปรับน้ำหนัก (α) เป็นค่าคงที่ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดย α ที่เหมาะสมจะเป็นค่าที่ทำให้ค่า MSE มีค่าต่ำสุด นั่นคือจะเป็นค่าที่ทำให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุดเมื่อใช้ค่าปรับน้ำหนักต่างกัน สมการพยากรณ์ที่ได้จะต่างกัน

2. อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

แนวโน้มอาจจะมีลักษณะแบบต่างๆ เช่น แบบเส้นตรง แบบกำลังสอง แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล เป็นต้น การปรับให้เรียบสำหรับแต่ละลักษณะจะมีวิธีการแตกต่างกันดังนี้

2.1 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (Double Moving Average Method: DMA) จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรง ค่าจุดตัด Y และค่าลาดชันของสมการแนวโน้มจะได้จากการหาเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้งของอนุกรมเวลา

2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบดับเบิ้ล (Double Exponential Smoothing Method: DES) จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรง โดยมีหลักการที่ว่าค่าจุดตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกน Y และค่าลาดชันของสมการแนวโน้มสุดท้ายที่ใช้ในการพยากรณ์จะได้มาจากค่าจุดตัดแกน Y และค่าความลาดชันในอดีต โดยการให้น้ำหนักกับค่าจุดตัดแกน Y และค่าความลาดชันในอดีตต่างกัน

2.3 วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง (Linear Exponential Smoothing Method: LES) จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรง แต่จะมีค่าปรับน้ำหนัก 2 ค่า ซึ่งต่างก็มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งจะเป็นค่าปรับน้ำหนักของจุดตัดแกน Y และค่าความลาดชัน

2.4 วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริปเปิ้ล (Triple Exponential Smoothing Method: TES) จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแบบกำลัง Quadratic

$A_t =$ ค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ เวลา $t = (1-\alpha)A_{t-1} + \alpha Y_t$

$A'_t =$ ค่าปรับให้เรียบครั้งที่สองแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ เวลา $t = (1-\alpha)A'_{t-1} + \alpha A_t$

$A''_2 =$ ค่าปรับให้เรียบครั้งที่สามแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ เวลา $t = (1-\alpha)A''_{t-1} + \alpha A'_t$

โดย α เป็นค่าปรับน้ำหนักมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 จากรูปแบบแนวโน้มแบบ Quadratic

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta'_2 t^2 + \varepsilon_t \qquad (2.11)$$

ซึ่ง $\beta'_2 = \frac{\beta_2}{2}$ จะมีสมการณ์พยากรณ์ ณ เวลา t สำหรับ p ช่วงเวลาล่วงหน้าเป็น

$$\hat{Y}_{t+p}(t) = b_o(t) + b_1(t)(t+p) + \frac{1}{2}b_2(t)(t+p)^2$$

$$= a_0(t) + a_1(t)p + \frac{1}{2}a_2(t)p^2 \qquad (2.12)$$

จะหาค่าประมาณ $a_0(t), a_1(t)$ และ $a_2(t)$ ได้เป็น

$$a_0(t) = 3A_t - 3A'_t + A''_t$$

$$a_1(t) = \left[\frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2}\right]\left[(6-5\alpha)A_t - 2(5-4\alpha)A'_t + (4-3\alpha)A''_t\right]$$

$$a_2(t) = \left[\frac{\alpha}{(1-\alpha)^2}\right]\left[A_t - 2A'_t + A''_t\right]$$

จะเขียนสมการพยากรณ์ในเทอมของ A_t, A'_t และ A''_t ได้เป็น

$$\hat{Y}_{t+p}(t) = (6(1-\alpha)^2 + (6-5\alpha)\alpha p + \alpha^2 p^2)\left[\frac{A_t}{2(1-\alpha)^2}\right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$-(6(1-\alpha)^2+2(5-4\alpha)\alpha p+2\alpha^2 p^2)\left[\frac{A_t'}{2(1-\alpha)^2}\right]$$

$$-(2(1-\alpha)^2+(4-3\alpha)\alpha p+\alpha^2 p^2)\left[\frac{A_t''}{2(1-\alpha)^2}\right] \qquad \text{สำหรับ p = 1, 2, 3, ...}$$

การสร้างสมการพยากรณ์จะเกี่ยวข้องกับค่าเริ่มต้น โดยทั่วไปจะหา $a_0(t)$, $a_1(t)$ และ $a_2(t)$ จากอนุกรมเวลาที่มีอยู่โดยใช้เพียงบางช่วงของค่าสังเกตแล้วใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด จากนั้นหา A_0, A_0' และ A_0'' โดย

$$A_0 = a_0(0)-\left[\frac{(1-\alpha)}{\alpha}\right]a_1(0)+\left[\frac{(1-\alpha)(2-\alpha)}{2\alpha^2}\right]a_2(0)$$

$$A_0' = a_0(0)-\left[\frac{2(1-\alpha)}{\alpha}\right]a_1(0)+\left[\frac{2(1-\alpha)(3-2\alpha)}{2\alpha^2}\right]a_2(0)$$

$$A_0'' = a_0(0)-\left[\frac{3(1-\alpha)}{\alpha}\right]a_1(0)+\left[\frac{3(1-\alpha)(4-3\alpha)}{2\alpha^2}\right]a_2(0)$$

เมื่อได้ A_0, A_0' และ A_0'' แล้วจะหา A_t, A_t' และ A_t'' สำหรับค่า t ต่อๆ ไปได้

2.5 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (Moving Average of Percentage Change) หรือ MAPC จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

3. อนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลของฤดูกาล

เมื่ออนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลของฤดูกาลจะใช้วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล (Seasonal Single Exponential Smoothing: SSES) สมการพยากรณ์จะสร้างขึ้นโดยใช้หลักการปรับให้เรียบที่มีค่าปรับน้ำหนัก 2 ค่าสำหรับค่าคงที่และค่าฤดูกาล ค่าปรับน้ำหนักมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

4. อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแบบเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาลจะใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กโปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method: HWS) เป็นอนุกรมเวลาที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวทั้งจากแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล รูปแบบอาจจะเป็นไปได้ทั้งรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.2 วิธี Box และ Jenkins

การพยากรณ์แบบบ็อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีการพยากรณ์ค่าในอนาคตที่พัฒนาโดยนักสถิติที่มีชื่อเสียงสองท่านคือ George E.P.Box และ Gwilym M.Jenkins ได้นำเสนอรูปแบบ Integrated Autoregressive and Moving Average: ARIMA ไว้ในหนังสือ Time Series Analysis: Forecasting and Control ที่เริ่มเผยแพร่ในปี ค.ศ. 1970 และปรับปรุงในปี ค.ศ. 1994 ซึ่งได้รับความนิยมมากจนถึงปัจจุบัน โดยกำหนดรูปแบบ ARIMA ซึ่งเป็นรูปแบบที่อธิบายลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกตมีสหสัมพันธ์ในตนเองและเป็นสเตชันนารี

รูปแบบที่กำหนดให้อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีเป็นรูปแบบใหม่ในกลุ่มของรูปแบบ ARIMA (p,q) (Autoregressive and Moving Average Order p and q Model) ที่เกิดจากการรวมส่วนของรูปแบบ AR(p) และรูปแบบ MA(q) โดยรูปแบบ AR(p) เป็นรูปแบบที่กำหนดว่าค่าสังเกต Y_t ขึ้นอยู่กับค่าสังเกตก่อนหน้าที่เวลา t-1, ..., t-p ได้แก่ $Y_{t-1},\ldots,Y_p$ ส่วนรูปแบบ MA(q) เป็นรูปแบบที่กำหนดค่าสังเกต Y_t ขึ้นอยู่กับความคลาดเคลื่อน ก่อนหน้าที่เวลา t-1, ..., t-p ได้แก่ $\varepsilon_{t-1},\ldots,\varepsilon_{t-p}$ ทุกรูปแบบมีค่าคงที่ θ_0 และค่าความคลาดเคลื่อน ตัวอย่างเช่น

รูปแบบ AR(1) เป็นรูปแบบที่กำหนดว่า Y_t ขึ้นกับ Y_{t-1}

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{2.13}$$

รูปแบบ MA(1) เป็นรูปแบบที่กำหนดว่า Y_t ขึ้นกับ ε_{t-1}

$$Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} \tag{2.14}$$

รูปแบบ ARMA (1,1) เป็นรูปแบบที่กำหนดว่า Y_t ขึ้นกับ Y_{t-1} และ ε_{t-1}

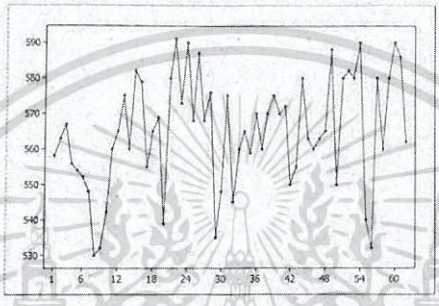
$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} \tag{2.15}$$

การกำหนดรูปแบบ ARMA (p,q) ที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา จะได้จากการพิจารณาว่าอนุกรมเวลาที่มีค่าวัดลักษณะบางค่า ได้แก่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของตัวอย่าง (r_k และ r_{kk}) สอดคล้องกับค่าวัดลักษณะ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของประชากร (ρ_k และ ρ_{kk}) ของรูปแบบ ARMA (p,q) ใด ขนาดของอนุกรมเวลาต้องใหญ่พอสมควร ซึ่งควรมีขนาดเกิน 30 หน่วยเพราะจะต้องหาค่า เพื่อให้ค่า r_k และ r_{kk} หลายค่าเพื่อจะได้นำมาเปรียบเทียบ ρ_k และ ρ_{kk} (สมศรี บัณฑิตวิไล, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

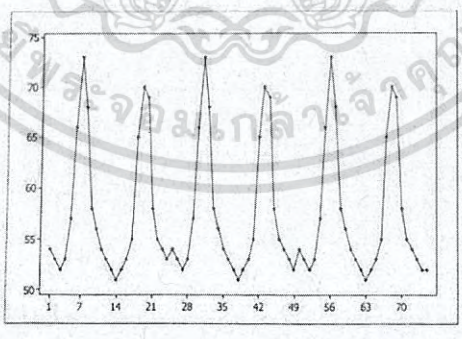
อนุกรมเวลาที่จะนำมาใช้เพื่อการพยากรณ์มักมีลักษณะการเคลื่อนไหวที่ต่างกัน โดยทั่วไปจะอธิบายการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาด้วยส่วนประกอบของอนุกรมเวลา วิธีการพยากรณ์แบบบ็อกซ์และเจนกินส์แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary Series) เป็นอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของ Y_t คงที่ สำหรับแต่ละเวลา t และอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ lag k ขึ้นอยู่กับ k อย่างเดียว อนุกรมเวลาที่จะกำหนดรูปแบบ ARMA (p,q) จะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีเท่านั้น ลักษณะข้อมูลที่เป็นสเตชันนารีแสดงได้ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary Series)

2. อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (Non Stationary Series) เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่มีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี จะหารูปแบบ ARMA (p,q) ให้กับอนุกรมเวลาดังกล่าวไม่ได้ จะต้องแปลงอนุกรมเวลานั้นให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีก่อน จึงหารูปแบบ ARMA (p,q) ให้กับอนุกรมเวลาใหม่ได้ (สมศรี บัณฑิตวิไล, 2551)



รูปที่ 2.9 อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (Non - Stationary Series) เนื่องจากมีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

ข้อมูลที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติ Stationary ซึ่งจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น แต่ในทางกลับกันหากข้อมูลมีคุณสมบัติ Non-Stationary ก็จะทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้อาจคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ Stationary คือ คุณสมบัติที่มีค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าความแปรปรวนร่วม (Covariance) จะเข้าใกล้ค่าคงที่ค่าหนึ่ง โดยอาจมีการผันผวนออกจากดุลยภาพเป็นการชั่วคราว และมีแนวโน้มกลับมายังดุลยภาพเดิม เหตุที่ต้องทดสอบคุณสมบัติ Stationary เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลาส่วนใหญ่จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในลักษณะที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้การกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสมเป็นไปได้ยากเพราะอิทธิพลของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง แบบจำลองที่มีคุณสมบัติ Stationary คือ

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) มีค่าคงที่

$E(Y_t) = E(Y_{t+m}) = \mu_y$ สำหรับ t และ m ใดๆ

2. ความแปรปรวน (Variance) มีค่าคงที่

$Var(Y_t) = Var(Y_{t+m}) = \sigma_y^2$ สำหรับ t และ m ใดๆ

3. ความแปรปรวนร่วม (Covariance) มีค่าคงที่ และขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ห่างกัน k หน่วย แต่ไม่ขึ้นกับเวลา t ใด ๆ

$Cov(Y_t, Y_{t+m+k}) = Cov(Y_{t+m}, Y_{t+m+k}) = \gamma_k$ สำหรับ t และ m ใดๆ

ถ้าอนุกรมเวลาที่พิจารณาขาดคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งใน 3 ข้อ แสดงว่ามีคุณสมบัติ Non-Sationary ซึ่งในทางเศรษฐมิตินั้นมีวิธีการทดสอบที่เรียกว่า Unit Root

1. วิธี Unit Root

วิธีการทดสอบ Unit Root ที่เสนอโดย Dickey and Fuller (1979, 1981) เป็นการทดสอบอนุกรมเวลาว่ามีคุณสมบัติ Stationary ซึ่งถ้าผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าข้อมูลอนุกรมเวลาดังกล่าวมี Unit Root เป็นองค์ประกอบ แสดงว่ามีคุณสมบัติ Non-Stationary วิธีการ differencing จะถูกนำมาใช้ ซึ่งวิธีการ differencing ที่ใช้นี้จะอาศัยผลต่างของข้อมูลที่อยู่ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน $(Y_{1t} = Y_t - Y_t^*)$ โดยแบ่งความสัมพันธ์ของข้อมูลกับเวลาออกเป็น 2 ประเภท คือ รูปแบบเชิงเส้นตรง และรูปแบบในเชิงไม่เป็นเส้นตรง ดังนี้

$$Y^* = \alpha + \beta_{time} \quad (2.16)$$

$$Y^* = \alpha + \beta_{time^2} \quad (2.17)$$

$$Y^* = Exp(Y_t) + \beta_{time^2} \quad (2.18)$$

$$Y^* = \log(\beta_{time}) \quad (2.19)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการที่ (2.16) เป็นความสัมพันธ์ของข้อมูลกับเวลาในเชิงเส้นตรง และสมการ (2.17) (2.18) และ (2.19) เป็นความสัมพันธ์ของข้อมูลกับเวลาไม่เป็นเส้นตรง แต่ส่วนมากมักพบความสัมพันธ์ของข้อมูลกับเวลาในเชิงไม่เป็นเส้นตรงในรูปแบบสมการที่ (2.17) จึงเลือกรูปแบบสมการที่ (2.17) เป็นตัวแทนความสัมพันธ์ของข้อมูลกับเวลาที่ไม่เป็นเส้นตรง

ทั้งนี้ในการ differencing ข้อมูลที่มีคุณสมบัติ Non-Stationary ให้เป็น Stationary โดยใช้ค่าผลต่างของข้อมูลที่อยู่ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันในรูปแบบสมการที่ (2.16) หรือ (2.17) แล้วแต่ความเหมาะสมตามลักษณะของข้อมูล จากนั้นก็นำข้อมูลที่ได้ (Y_{1t}) มาทดสอบ Unit Root อีกครั้ง และถ้าข้อมูลที่ผ่านการ differencing แล้ว มีคุณสมบัติ Stationary ก็สามารถกล่าวได้ว่า ข้อมูลนั้นก่อน differencing มีระดับของ integration ที่ 1 หรือ $I(1)$ ส่วนข้อมูลที่ผ่านการ differencing แล้วจะไม่มีระดับของ integration หรือ $I(0)$ ถ้าหากข้อมูลที่ผ่านการ differencing แล้วยังมีคุณสมบัติ Non-Stationary ก็ต้องกลับไปหาผลต่างของข้อมูลที่อยู่ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน $(Y_{2t} = Y_t - Y_{2t}^*)$ แต่ความสัมพันธ์ของข้อมูลกับเวลา (Y_{2t}^*) ที่ได้ จะมาจากรูปแบบสมการความสัมพันธ์ของข้อมูลกับเวลาเดิมที่ได้เลือกไว้ แต่ค่าสัมประสิทธิ์ (α, β) จะไม่ใช่ค่าเดิมที่เกิดจากความสัมพันธ์ของ Y_t กับ time แต่เป็นค่าที่เกิดจากความสัมพันธ์ของ Y_{1t} กับ time จากนั้นก็นำผลต่างของข้อมูลที่ได้ (Y_{2t}) มาทดสอบ Unit Root ถ้าพบว่าข้อมูลยังมีคุณสมบัติ Non-Stationary ก็จะ differencing ไม่เกิน 3 ครั้ง นอกเสียจากว่าข้อมูลนั้นมีความสัมพันธ์กับเวลาในระดับสูง การทดสอบ Unit Root เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาความสัมพันธ์ลวงที่เกิดขึ้นจากการประมาณค่าสมการ ซึ่งจะมีค่า R^2 สูง ค่า t-statistic มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่า Durbin Watson มีค่าต่ำทำให้เกิดปัญหา Autocorrelation (กนกศักดิ์ ศรีมงคล, 2543)

สำหรับวิธีการทดสอบ Unit Root ที่เสนอโดย Dickey and Filler (1979) โดยเริ่มจากสมการ First Order Autoregressive [AR (1)] คือ ค่าสังเกต ณ เวลาปัจจุบัน อธิบายได้ในเทอมของค่าสังเกตในอดีตหนึ่งหน่วยเวลาย้อนหลังและค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลาปัจจุบัน ดังนี้

$$y_t - y_{t-1} = \Delta y_t = (\rho_a - 1) y_{t-1} + \mu_t \qquad u_t \sim IID(0, \sigma^2) \tag{2.20}$$

โดยที่

y_t คือ ตัวแปรที่ต้องการศึกษา (Random Variables) ซึ่งถูกกำหนดโดยตัวแปรในปีที่ผ่านมา

μ_t คือ ค่าคลาดเคลื่อน (Error Term)

ρ คือ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรความล่าช้า (Lagged) ของอนุกรมเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$u_t \sim IID(0,\sigma^2)$ คือ ลักษณะการแจกแจงแบบ Independent and Identically Distribution ที่สมมติให้ค่าคลาดเคลื่อนทั้งหมดมีการแจกแจงเหมือนกันและอิสระจากกัน เพื่อที่จะประยุกต์ใช้กับการทดสอบ Unit Root ของ Dickey and Fuller ที่ใช้ AR เป็นพื้นฐาน

อนุกรมเวลา Y_t จะมีคุณสมบัติ Stationary ถ้า $\rho<1$ แต่ถ้า $\rho=1$ อนุกรมเวลา Y_t จะมีคุณสมบัติ Non-Stationary และความแปรปรวนของ Y_t จะเพิ่มขึ้น เมื่อ t เพิ่มขึ้นนั่นคือ $Var(Y_t)=t\sigma^2$ กรณีนี้เรียกว่า Random Walk ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของตัวแปรที่มีคุณสมบัติเป็น Non-Stationary เมื่อเกิดขึ้นแล้วแสดงว่าจะสามารถคาดการณ์ค่าในอนาคตได้ โดยอาศัยตัวแปรในอดีตเท่านั้น เพราะพฤติกรรมในอดีตจะเกิดขึ้นอีกทำให้ไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลอื่นๆ อีกเลยและถ้า $\rho<1$ อนุกรมเวลาจะมีคุณสมบัติ Non-Stationary และความแปรปรวนจะเพิ่มขึ้นแบบ Exponential เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น โดยมีสมมติฐานหลักในการทดสอบ คือ ข้อมูลเป็น Non-Stationary และสมมติฐานทางเลือกข้อมูลเป็น Stationary ซึ่งโดยทั่วไปค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบจะเป็นแบบ t-test แต่ในการทดสอบคุณสมบัติ Stationary นั้น ไม่สามารถคำนวณค่าสถิติตามการกระจายแบบ t ได้ แต่จะใช้ค่าสถิติที่เสนอโดย Dickey and Fuller (τ) แทน ซึ่งในสมการ (2.16) นั้น เป็นรูปแบบสมการอย่างง่ายที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และไม่มีส่วนประกอบของแนวโน้ม (Trend Component) แต่ก็อาจสมมติได้ว่า $trend=0$ เพราะฉะนั้นสมการที่ (2.16) จึงเหมาะสำหรับใช้ประมาณค่า เมื่อค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดของข้อมูลเป็นศูนย์เท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว ถ้าทราบว่าข้อมูลมีค่าเฉลี่ยแต่ไม่ทราบค่าที่แท้จริง จะเป็นการดีกว่าถ้าใส่ตัวแปรคงที่ (drift term) ไว้ในสมการด้วย ดังนี้

$$y_t - y_{t-1} = \mu_b + (\rho_a - 1)y_{t-1} + \mu_t \qquad u_t \sim IID(0,\sigma^2) \tag{2.21}$$

แต่อย่างไรก็ตามคงไม่เป็นการถูกต้องนัก ถ้าผลการทดสอบ Unit Root ตามสมการข้างต้นปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือตัวแปรมีคุณสมบัติ Stationary ที่คงที่อยู่รอบๆค่าคงที่ (μ_b) แต่ไม่ทราบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางใด เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ดังนั้นจะเหมาะสมที่สุดถ้าใส่ตัวแปรเวลา (time trend) เข้าไปในสมการด้วย เพื่อเปิดโอกาสให้ทดสอบดูว่าตัวแปรมีลักษณะของแนวโน้มที่คงที่หรือไม่ (Trend Stationary) ดังนั้นสมการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ในการทดสอบ Unit Root คือ

$$y_t - y_{t-1} = \mu_c + \gamma t + (\rho_a - 1)y_{t-1} + \mu_t \quad u_t \sim IID(0,\sigma^2) \tag{2.22}$$

เมื่อ t คือ ความโน้มเอียงของเวลา (Time Trend) และ r คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความโน้มเอียง สมมติฐานหลักที่ใช้ในการทดสอบ คือ $\rho=1$ และสมมติฐานทางเลือก คือ $\rho<1$ ภายใต้ τ -ratio โดยเปรียบเทียบค่า τ ที่คำนวณได้กับค่า τ_t ในตารางที่เสนอโดย Dickey and Fuller ถ้าค่าที่คำนวณได้ในรูปค่าสัมบูรณ์น้อยกว่าค่าวิกฤติที่ปรากฏในตารางแสดงว่า Y_t มีคุณสมบัติ Non-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stationary หรือมี Unit Root นั่นคือ $Y_t \sim I(1)$ แต่ในกรณีที่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่า Y_t มีคุณสมบัติ Stationary หรือ $Y_t \sim I(0)$

อย่างไรก็ตามการทดสอบ Unit Root ด้วยวิธี Dickey and Fuller (1981) ได้แก้ไขด้วยการเพิ่มตัวแปรในรูป Log First Difference เข้าไปเป็นตัวแปรอธิบายตัวหนึ่งเพื่อให้ได้ค่า White Noise Error ที่เหมาะสม การทดลองนี้เรียกว่า Augmented Dickey Fuller (ADF) Test โดยสมการที่ (2.20) (2.21) และ (2.22) สามารถแปลงได้เป็นสมการ (2.19) (2.20) และ (2.21) ตามลำดับดังนี้

$$y_t - y_{t-1} = \upsilon y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \Delta y_{t-1} + \mu_t \qquad u_t \sim IID(0,\sigma^2) \tag{2.23}$$

$$y_t - y_{t-1} = \mu + \upsilon y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \Delta y_{t-1} + \mu_t \qquad u_t \sim IID(0,\sigma^2) \tag{2.24}$$

$$y_t - y_{t-1} = \mu + \gamma + \upsilon y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \Delta y_{t-1} + \mu_t \qquad u_t \sim IID(0,\sigma^2) \tag{2.25}$$

โดยที่ $\sum_{i=1}^{p} \beta_i \Delta y_{t-1}$ คือ ผลกระทบของสหสัมพันธ์อันดับที่สูงกว่า

ρ คือ ระดับความล่าช้าที่เหมาะสมที่จะทำให้ μ_t ไม่เกิดปัญหา Autocorrelation

ผลของสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) อันดับสูงที่เพิ่มเข้าไป จะทำให้ปัญหา Serial Correlation ของค่าคลาดเคลื่อนหมดไป โดยมีสมมติฐานหลักในการทดสอบ คือ $\upsilon = 0$ (Non-Stationary) และมีสมมติฐานทางเลือกคือ $\upsilon < 1$ (Stationary) เปรียบเทียบค่า τ ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤติในตาราง Dickey and Fuller (τ_i) ถ้าปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าจะ Stationary at level หรือ Integrated อันดับศูนย์ $(y_i \sim I(0))$ แต่ถ้าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลาเป็น Non-Stationary หรือตัวแปรนั้นไม่ Integrated ที่อันดับศูนย์ แต่จะ Integrated ที่อันดับสูงกว่า

ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลทุกตัวก่อน เพื่อให้ข้อมูลทุกตัวมีคุณสมบัติ Stationary ถ้าปรากฏว่าข้อมูลชุดใดมีคุณสมบัติ Non-Stationary ต้องทำข้อมูลให้มีคุณสมบัติ Stationary ดังวิธีที่กล่าวมาข้างต้น หลังจากนั้นจึงจะนำข้อมูลไปประมาณค่าทางสถิติ

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วน

กำหนดรูปแบบ ARMA (p,q) ให้กับอนุกรมเวลา จะทำได้โดยการเปรียบเทียบกราฟคอเรลโรแกรมของ r_k และ r_{kk} จากอนุกรมเวลากับกราฟคอเรลโรแกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} ของรูปแบบ ดังนั้นจึงต้องมีการคำนวณหาค่า r_k และ r_{kk} สำหรับ k หลายๆ ค่า สำหรับอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล ควรหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า r_k และ r_{kk} สำหรับ k ที่เป็นจำนวนเท่าของจำนวนฤดูกาลต่อปีหลายๆ ค่า r_k เป็นค่าประมาณของ ρ_k ซึ่ง

$$r_k = \frac{\sum(Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum(Y_t - \bar{Y})^2} \qquad \text{สำหรับ k=1, 2, ...} \qquad (2.26)$$

r_k เป็นค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา หรือค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่าง Y_t และ Y_{t-k}

1. r_k มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เมื่อขนาดของ r_k ที่วัดด้วย $|r_k|$ มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า ค่าสังเกตที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลามีสหสัมพันธ์กันสูง

2. $r_k = r_{-k}$ คือการวัดสหสัมพันธ์ระหว่าง Y_t และ Y_{t-k} หรือระหว่าง Y_t และ Y_{t+k} ซึ่งต่างก็เป็นค่าสังเกตที่อยู่ห่างกัน k ค่า

r_{kk} เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนซึ่งคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง ไว้วัดค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา โดยที่ r_{kk} มีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวน เป็น σ^2_{rkk} r_{kk} เป็นค่าประมาณของ ρ_{kk} ซึ่ง

$$r_{kk} = \begin{cases} r_1 & , k = 1 \\ \dfrac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1},\ r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1},\ r_j} & , k = 2, 3, \ldots \end{cases} \qquad (2.27)$$

โดย $r_{kj} = r_{k-1,j} - r_{kk} r_{k-1,k-j}$, $j = 1, 2, \ldots, k-1$ (2.28)

3. ขั้นตอนการพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์และเจนกินส์

แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดตัวแบบ (Identification)

ก่อนการกำหนดตัวแบบให้กับอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ จะต้องพิจารณาว่าอนุกรมเวลานั้นมีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี หากอนุกรมนั้นๆ ยังไม่เป็นสเตชันนารีต้องแปลงอนุกรมเวลาใหม่ให้เป็นสเตชันนารีก่อน แล้วจึงหาตัวแบบที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลาใหม่

ตัวแบบอนุกรมเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์แบบบ็อกซ์และเจนกินส์ เมื่ออนุกรมเวลามีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตัวแบบออโตรีเกรสซีฟอันดับที่ p (Autoregressive Model of Order p: AR(p)) ซึ่ง p คืออันดับที่ของออโตรีเกรสซีฟ มีตัวแบบทั่วไปดังนี้

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \ldots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \qquad (2.29)$$

โดยที่

Y_t คือ ค่าสังเกตอนุกรมเวลา ณ เวลา t

θ_0 คือ ค่าคงที่

$\phi_1, \phi_2, \ldots, \phi_p$ คือ พารามิเตอร์ออโตรีเกรสซีฟ (Autoregressive Parameter)

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t มีการแจกแจงปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ค่าความแปรปรวน เท่ากับ σ^2

2. ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q (Moving Average Model of Order q: MA(q)) ซึ่ง q คืออันดับที่ของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่มีตัวแบบทั่วไปดังนี้

$$Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{1-q} \qquad (2.30)$$

โดยที่

Y_t คือ ค่าสังเกตอนุกรมเวลา ณ เวลา t

θ_0 คือ ค่าคงที่

$\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Parameters)

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t มีการแจกแจงปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ค่าความแปรปรวน เท่ากับ σ^2

3. ตัวแบบผสมออโตรีเกรสซีฟและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ p และ q (Mixed Autoregressive and Model of Order p and q: ARMA (p,q)) มีตัวแบบทั่วไป ดังนี้

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \ldots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (2.31)$$

กรณีที่อนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารี การหาตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลานั้นจะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อนซึ่งทำได้หลายวิธีวิธีที่นิยมใช้กันมากได้แก่การหาผลต่าง (Differrencing) ของอนุกรมเดิม ผลต่างของอนุกรมเวลานั้นจะทำกี่ครั้งขึ้นอยู่กับว่าอนุกรมเวลาผลต่างนั้นมีคุณสมบัติสเตชันนารีแล้วหรือยัง ถ้าไม่ก็ต้องทำต่อไปจนสเตชันนารีแล้วจึงนำอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติสเตชันนารี ไปหาตัวแบบที่เหมาะสมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ หาผลต่างของอนุกรมเวลา $\{Z_t\}$ จะใช้การกระทำ ∇ เพื่ออธิบายการหาผลต่างของอนุกรมเวลาเดิมดังนี้

ผลต่างครั้งที่ 1: $Z_t = \nabla Y_t$

$= Y_t - Y_{t-1}$

ผลต่างครั้งที่ 2: $Z_t = \nabla^2 Y_t$

$= Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2}$

จะเรียกตัวแบบอนุกรมเวลาที่ต้องหาผลต่างของอนุกรมเวลาเพื่อให้มีคุณสมบัติสเตชันนารีโดยกำหนดอันดับของการหาผลต่าง (d>1) ว่า ARIMA (p,d,q) โดย d เป็นอันดับที่ผลต่างมีตัวแบบทั่วไปดังนี้

$$Z_t = \theta_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \ldots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (2.32)$$

โดยที่

Z_t คือ ค่าสังเกต ณ เวลา t จากอนุกรมเวลา

θ_0 คือ ค่าคงที่

$\phi_1, \phi_2, \ldots, \phi_p$ คือ พารามิเตอร์ออโตรีเกรทซีฟ (Autoregressive Parameters)

$\theta_1, \theta_2, .., \theta_p$ คือ พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Parameters)

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t มีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ *0* ค่าความแปรปรวน เท่ากับ σ^2

ถ้าอนุกรมเวลาที่พิจารณามีทั้งแนวโน้มและความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องจะกำหนดตัวแบบ $\text{SARIMA (P,D,Q)}_{\text{L}}$ (Seasonal Integrated Autoregressive and Moving Average of Order (P,D,Q)) โดย P เป็นอันดับของ SAR (Seasonal Autoregressive) Q เป็นอันดับของ SMA (Seasonal Moving Average) และ D เป็นจำนวนครั้งที่หาผลต่างฤดูกาลเพื่อทำให้อนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่ไม่เป็นสเตชันนารีเนื่องจากฤดูกาลเป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ $\{Z_t\}$ ที่เป็นสเตชันนารีโดย

$$Z_t = \nabla_L^D Y_t$$

เช่น สำหรับอนุกรมเวลารายเดือน L = 12

D = 1, $Z_t = \nabla_{12}^1 Y_t$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= Y_t - Y_{t-12}$$

D = 2 $\quad Z_t = \nabla_{12}^2 Y_t$

$$= \nabla_{12}(Y_t - Y_{t-12})$$

$$= Y_t - 2Y_{t-12} - Y_{t-24}$$

ขั้นที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameters Estimation)

การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจะใช้วิเคราะห์ตัวเลข (Numerical Analysis) ซึ่งจะต้องประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Least Square Method) โดยกำหนดค่าประมาณเบื้องต้น (Initial Estimate) ของพารามิเตอร์เพื่อหาค่าประมาณสุดท้าย (Final Estimate) โดยการทำซ้ำ (Iteration) ซึ่งค่าประมาณที่ทำให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน $(\sum e_t^2)$ มีค่าต่ำสุดจะเป็นค่าประมาณที่ใช้ในสมการพยากรณ์

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ (Diagnostic Checking)

เมื่อกำหนดตัวแบบและประมาณค่าพารามิเตอร์แล้ว ต้องมีการตรวจสอบว่าตัวแบบที่เลือกไว้มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาหรือไม่ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของบ็อกซ์และจุง (Box - Ljung) เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (e_t) ว่าเป็นอิสระกันหรือไม่ ด้วยการทดสอบสมมติฐาน สำหรับ k บางค่าเมื่อ k 1, 2, ..., m

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

$$H_1 : \rho_k(e_t) \neq 0 \text{ สำหรับ k บางค่าเมื่อ } 1,2,\ldots,m$$

หรือ $\quad H_0$: สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 0

H_1 : สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนมีอย่างน้อย 1 ค่า ไม่เท่ากับ 0 โดยใช้ตัวทดสอบทางสถิติ

$$Q = n(n+2)\sum_{i=1}^{m} \frac{r_k^2(e_t)}{n-k} \qquad (2.33)$$

เมื่อ $\quad n$ คือ จำนวนข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

m คือ lag สูงสุดที่ต้องการทดสอบ

$r_k(e_t)$ คือ ค่าของสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา เมื่อ k = 1,2,3,... ตัวทดสอบสถิติ Q มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ มีองศาความเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิสระเท่ากับ $m - n_p$ ซึ่ง n_p คือ จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $Q > \chi^2_{\alpha,(m-n_p)}$ แสดงว่ารูปแบบ ARMA (p,q) ที่กำหนดยังไม่เหมาะสม

ขั้นที่ 4 การพยากรณ์ (Forecasting)

วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จะให้สมการพยากรณ์ล่วงหน้าได้หลายช่วงเวลา สมการการพยากรณ์จะสร้างจากตัวแบบที่ได้ทดสอบแล้วว่าเหมาะสมกับการพยากรณ์ โดยส่วนใหญ่ค่าพยากรณ์ที่ได้จากสมการพยากรณ์ หากเป็นการพยากรณ์ระยะยาว ค่าพยากรณ์นั้นจะให้สาระข้อมูลจริงน้อยลง และความแม่นยำที่ได้จากการพยากรณ์ก็จะมีค่าลดลงกว่าการพยากรณ์ระยะสั้น

2.2.5 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีพยากรณ์ที่ต่างกัน อาจพิจารณาเปรียบเทียบความเอนเอียงของค่าพยากรณ์หรือเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์โดยเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์สามารถพิจารณาได้จาก **ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Mean Square Error: MSE)** เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากค่าความคลาดเคลื่อน โดยค่า MSE จะไวต่อความคลาดเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่ เพราะได้จากการนำค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละค่ามายกกำลังสอง

$$MSE = \frac{\sum e_i^2}{n} \tag{2.34}$$

วิธีพยากรณ์ซึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีพยากรณ์อื่นๆ เป็นวิธีที่ดีที่สุด

2.3 สินค้าคงคลัง

สินค้าคงคลัง (Inventory) หมายถึง วัสดุหรือสินค้าต่างๆ ที่เก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในการดำเนินงาน อาจเป็นการดำเนินงานผลิต ดำเนินการขาย หรือดำเนินงานอื่นๆ สินค้าคงคลังหรือสินค้าคงเหลือ เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับธุรกิจเพราะจัดเป็นสินทรัพย์หมุนเวียนรายการหนึ่งซึ่งธุรกิจพึงมีไว้เพื่อให้การผลิตหรือการขาย สามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น การมีสินค้าคงคลังมากเกินไปอาจเป็นปัญหากับธุรกิจ ทั้งในเรื่องต้นทุนการเก็บรักษาที่สูง สินค้าเสื่อมสภาพ หมดอายุ ล้าสมัย ถูกขโมย หรือสูญหาย

นอกจากนี้ยังทำให้สูญเสียโอกาสในการนำเงินที่จมอยู่กับสินค้าคงคลังนี้ไปหาประโยชน์ในด้านอื่นๆ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าธุรกิจมีสินค้าคงคลังน้อยเกินไป ก็อาจประสบปัญหาสินค้าขาดแคลนไม่เพียงพอ (Stock out) สูญเสียโอกาสในการขายสินค้าให้แก่ลูกค้า เป็นการเปิดช่องให้แก่คู่แข่งขัน และก็อาจต้องสูญเสียลูกค้าไปในที่สุด นอกจากนี้ถ้าสิ่งที่ขาดแคลนนั้นเป็นวัตถุดิบที่สำคัญ การดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งการผลิตและการขายก็อาจต้องหยุดชะงัก ซึ่งอาจส่งผลต่อภาพลักษณ์ของธุรกิจในอนาคตได้ ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของผู้ประกอบการในการจัดการสินค้าคงคลังของตนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่มากหรือน้อยจนเกินไป เพราะการลงทุนในสินค้าคงคลังต้องใช้เงินจำนวนมาก และอาจส่งผลกระทบถึงสภาพคล่องของธุรกิจได้ (คำนาย อภิปรัชญาสกุล, 2553)

2.3.1 ลักษณะของสินค้าคงคลัง

แบ่งตามลักษณะของสินค้าได้ดังนี้

1. สินค้าคงคลังที่เป็นวัตถุดิบ (Raw Material Inventory) คือสินค้าที่ซื้อเข้ามาเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต ซึ่งจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับซัพพลายเออร์ ดังนั้นควรเลือกซัพพลายเออร์ที่มีความแน่นอนในเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปริมาณ และความตรงต่อเวลาในการจัดส่ง

2. สินค้าคงคลังระหว่างการผลิต (Work-in-Process (WIP) Inventory) คือสินค้าที่ผ่านกระบวนการผลิตมาบ้างแล้วแต่ยังไม่เสร็จสิ้นครบตามกระบวนการผลิต ซึ่งต้องรอเข้ากระบวนการถัดไปเพื่อให้ครบรอบเวลาของการผลิต (Cycle Time)

3. สินค้าคงคลังประเภทอะไหล่สำหรับการซ่อมบำรุง (Maintenance / Repair / Operating (MROs)) คือกลุ่มสินค้าประเภทอะไหล่และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องมีสำรองไว้เพื่องานซ่อมบำรุง ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะอะไหล่ขาดแคลนหรือหาซื้อไม่ได้ในยามที่อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย

4. สินค้าคงคลังประเภทสินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods Inventory) คือกลุ่มสินค้าที่ผ่านกระบวนการผลิตขั้นสุดท้ายแล้ว มีความพร้อมที่จะส่งขายทันทีทำการเก็บรักษาเพื่อสำรองไว้ขายให้ลูกค้าได้ตลอดเวลาและนับว่าเป็นทรัพย์สินของบริษัท (คำนาย อภิปรัชญาสกุล, 2553)

2.3.2 ประเภทของสินค้าคงคลัง

จำแนกประเภทของสินค้าคงคลังได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. สินค้าที่เก็บตามรอบ (Cycle Stock) สินค้าที่เก็บตามรอบเป็นสินค้าที่มีไว้เติมสินค้าที่ขายไปหรือสินค้าที่ใช้ไปในการผลิต ซึ่งสินค้าประเภทนี้จะเก็บไว้เพื่อตอบสนองความต้องการสินค้าภายในเงื่อนไขที่มีความแน่นอน คืออยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่าความต้องการสินค้าและช่วงเวลารอคอยในการสั่งคงที่และทราบล่วงหน้า ซึ่งจะต้องสามารถพยากรณ์ความต้องการสินค้าได้แน่นอน เนื่องจากมีการกำหนดไว้แล้วว่าความต้องการสินค้าและช่วงเวลารอคอยคงที่และทราบล่วงหน้า ดังนั้นการกำหนดวันให้สินค้าในแต่ละรอบมาถึงจะตรงกับเวลาที่สินค้าชิ้นสุดท้ายหมดพอดี ซึ่งปริมาณสินค้าคงคลังสูงสุดจะไม่เกินปริมาณที่สั่งซื้อไปในแต่ละครั้ง โดยที่ปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อ

2. สินค้าคงคลังระหว่างทาง (In-transit Inventories) สินค้าคงคลังระหว่างทางเป็นสินค้าที่อยู่ระหว่างการลำเลียงจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง ซึ่งสินค้าเหล่านี้อาจจะถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของสินค้าที่เก็บไว้ตามรอบ (Cycle Stock) แม้ว่าสินค้าเหล่านี้จะยังไม่สามารถขายหรือขนส่งในลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปจนกว่าสินค้านั้นจะไปถึงผู้ที่สั่งสินค้านั้นเสียก่อน ดังนั้นในการคำนวณต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าของต้นทางควรจะรวมต้นทุนของสินค้าคงคลังระหว่างทางไว้ด้วย เนื่องจากสินค้าเหล่านี้ยังไม่สามารถขายหรือนำไปใช้ที่จุดหมายปลายทางได้

3. สินค้าคงคลังสำรองหรือสินค้ากันชน (Safety or Buffer Stock) สินค้าคงคลังสำรอง หรือสินค้ากันชน เป็นสินค้าจำนวนหนึ่งที่เก็บไว้เกินจากจำนวนสินค้าที่เก็บไว้ตามรอบปกติเนื่องจากความไม่แน่นอนในความต้องการสินค้าหรือช่วงเวลารอคอย ซึ่งปริมาณสินค้าคงคลังโดยเฉลี่ยจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของปริมาณการสั่งซื้อตามปกติบวกกับปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง

4. สินค้าที่เก็บไว้เพื่อเก็งกำไร (Speculative Stock) สินค้าที่เก็บไว้เพื่อเก็งกำไรเป็นการเก็บสินค้าคงคลังเผื่อไว้โดยมีเหตุผลในการเก็บมากกว่าเพียงแค่การเตรียมไว้สำหรับความต้องการในปัจจุบัน เช่น การสั่งซื้อวัตถุดิบจำนวนมากกว่าปกติเพื่อต้องการส่วนลดหรือมีการพยากรณ์ว่าวัตถุดิบจะมีการขึ้นราคาหรือขาดแคลนในอนาคต หรือการสั่งซื้อสินค้าเนื่องจากมีแนวโน้มว่าโรงงานของซัพพลายเออร์จะมีการสไตร์คเกิดขึ้นนอกจากนั้นการประหยัดจากการผลิต (Production Economies) ทำให้ต้องมีการผลิตสินค้าในแต่ละช่วงในปริมาณที่มากกว่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาดังกล่าว

5. สินค้าที่เก็บไว้ตามฤดูกาล (Seasonal Stock) สินค้าที่เก็บไว้ตามฤดูกาลเป็นรูปแบบหนึ่งของสินค้าที่เก็บไว้เพื่อเก็งกำไร โดยเป็นการสะสมสินค้าคงคลังไว้จำนวนหนึ่งก่อนที่ฤดูกาลของการขายสินค้าจะมาถึง สินค้าประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเป็นผลิตผลทางการเกษตรหรือผลิตผลตามฤดูกาล เป็นต้น อนึ่งอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับแฟชั่น (Fashion Industry) จัดเป็นส่วนหนึ่งของสินค้าตามฤดูกาลโดยจะมีการสต็อกสินค้ารุ่นใหม่เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าในแต่ละฤดูกาลที่กำลังจะมาถึง

6. สินค้าไม่เคลื่อนไหว (Dead Stock) สินค้าประเภทนี้เป็นสินค้าที่กิจการเก็บไว้และไม่มีความต้องการสินค้าเกิดขึ้นในช่วงใดช่วงหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นสินค้าล้าสมัย เสื่อมสภาพ หรือเป็นสินค้าตกค้างอยู่ในคลังสินค้าแห่งใดแห่งหนึ่ง ถ้าเป็นกรณีหลังการขนส่งสินค้าที่ตกค้างไปยังคลังสินค้าแห่งอื่น เพื่อป้องกันการเสื่อมของสินค้าหรือการนำมาขายลดราคาหน้าโรงงานจะช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้

2.3.3 ต้นทุนของสินค้าคงคลัง (Inventory Cost)

ต้นทุนสินค้าคงคลังมี 4 ชนิด

1. ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าคงคลังที่ต้องการ ซึ่งจะแปรตามจำนวนครั้งของการสั่งซื้อ แต่ไม่แปรตามปริมาณสินค้าคงคลัง เพราะสั่งซื้อของมากเท่าใดก็ตามในแต่ละครั้ง ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อก็ยังคงที่ แต่ถ้ายิ่งสั่งซื้อบ่อยครั้งค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อจะยิ่งสูงขึ้น ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ ได้แก่ ค่าเอกสารใบสั่งซื้อ ค่าจ้างพนักงานจัดซื้อ ค่าโทรศัพท์ ค่าขนส่งสินค้า ค่าใช้จ่ายในการตรวจรับของและเอกสาร ค่าธรรมเนียมการนำของออกจากศุลกากร ค่าใช้จ่ายในการชำระเงิน เป็นต้น

วิธีการคำนวณค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 1

(ค่าใช้จ่ายรวมในการสั่งซื้อต่อปี/จำนวนรวมของสินค้าทั้งหมดในคงคลัง) = A (2.35)

ขั้นที่ 2 (A มาจากขั้นที่ 1)

(A /จำนวนรายการในการสั่งซื้อต่อครั้ง) = B บาท/คำสั่งซื้อ (2.36)

2. ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Carrying Cost) เป็นค่าใช้จ่ายจากการมีสินค้าคงคลังและการรักษาสภาพให้สินค้าคงคลังนั้นอยู่ในรูปที่ใช้งานได้ ซึ่งจะแปรตามปริมาณสินค้าคงคลังที่ถือไว้และระยะเวลาที่เก็บสินค้าคงคลังนั้นไว้ ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา ได้แก่ ต้นทุนเงินทุนที่จมอยู่กับสินค้าคงคลังซึ่งคือค่าดอกเบี้ยจ่าย ถ้าเงินทุนนั้นมาจากการกู้ยืมหรือเป็นค่าเสียโอกาสถ้าเงินทุนนั้นเป็นส่วนของเจ้าของ ค่าคลังสินค้า ค่าไฟฟ้าเพื่อการรักษาอุณหภูมิ ค่าใช้จ่ายของสินค้าที่ชำรุดเสียหายหรือหมดอายุเสื่อมสภาพจากการเก็บนานเกินไป ค่าภาษีและการประกันภัย ค่าจ้างยามและพนักงานประจำคลังสินค้า เป็นต้น

วิธีการคำนวณค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา = (ต้นทุนการเก็บรักษาทั้งหมดของสินค้าต่อปี/สินค้าคงเหลือเฉลี่ย) (2.37)

ขั้นที่ 1 ประมาณพื้นที่เป็นเปอร์เซ็นต์ของสินค้าทั้ง 3 รายการ

ขั้นที่ 2 นำเปอร์เซ็นต์ของสินค้าแต่ละรายการที่หามาได้มาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายทั้งหมด

ขั้นที่ 3 นำค่าใช้จ่ายของสินค้าแต่ละรายการจากขั้นที่ 2 มาหารปริมาณสินค้าคงเหลือเฉลี่ยต่อปีของสินค้าแต่ละชนิด

สินค้าคงเหลือเฉลี่ย (Average Inventory) เป็นแนวคิดการหาปริมาณของคงคลังเฉลี่ยในช่วงของเวลาใดเวลาหนึ่งจะมีค่าเท่ากับผลบวกระหว่างปริมาณของคงคลังสูงสุด และปริมาณของคงคลังที่เหลือ แล้วหารด้วยสอง (เกศินี วิฑูรชาติ, 2550) ดังเช่น

สินค้าคงเหลือเฉลี่ยต่อปี = (สินค้าคงเหลือต้นงวด + สินค้าคงเหลือปลายงวด)/2 (2.38)

3. ค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลน (Shortage Cost หรือ Stock out Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการมีสินค้าคงคลังไม่เพียงพอต่อการผลิตหรือการขาย ทำให้ลูกค้ายกเลิกคำสั่งซื้อ ขาดรายได้ที่ควรได้ กิจการเสียชื่อเสียง กระบวนการผลิตหยุดชะงักเกิดการว่างงานของเครื่องจักรและคนงาน เป็นต้น ค่าใช้จ่ายนี้จะแปรผกผันกับปริมาณสินค้าคงคลังที่ถือไว้ นั่นคือถ้าถือสินค้าไว้มากจะไม่เกิดการขาดแคลน แต่ถ้าถือสินค้าคงคลังไว้น้อยก็อาจเกิดโอกาสที่จะเกิดการขาดแคลนได้มากกว่า และมีค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลนนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการขาดแคลนรวมทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาที่เกิดการขาดแคลนขึ้นด้วย ค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลน ได้แก่ คำสั่งซื้อของล็อตพิเศษทางอากาศเพื่อนำมาใช้แบบฉุกเฉิน ค่าปรับเนื่องจากสินค้าให้ลูกค้าล่าช้า ค่าเสียโอกาสในการขาย ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเสียค่าความนิยม

4. ค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องจักรใหม่ (Setup Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการที่เครื่องจักรจะต้องเปลี่ยนการทำงานหนึ่งไปทำงานอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งจะเกิดการว่างงานชั่วคราว สินค้าคงคลังจะถูกทิ้งให้รอกระบวนการผลิตที่จะตั้งใหม่ ค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องจักรใหม่นี้จะมีลักษณะเป็นต้นทุนคงที่ต่อครั้ง ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของล็อตการผลิต ถ้าผลิตเป็นล็อตใหญ่มีการตั้งเครื่องใหม่นานครั้ง ค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องใหม่ก็จะต่ำ แต่ยอดสะสมของสินค้าคงคลังจะสูง ถ้าผลิตเป็นล็อตเล็กมีการตั้งเครื่องใหม่บ่อยครั้ง ค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องใหม่ก็จะสูง แต่สินค้าคงคลังจะมีระดับต่ำลง และสามารถส่งมอบงานให้แก่ลูกค้าได้เร็วขึ้น (พิภพ ลลิตาภรณ์, 2543)

2.3.4 รูปแบบของระบบสินค้าคงคลัง

รูปแบบของระบบสินค้าคงคลังอาจแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะความต้องการสินค้าของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลา ดังนี้ (วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์, 2551)

1. รูปแบบที่ความต้องการสินค้าทราบค่าที่แน่นอน (Deterministic Model) ระบบสินค้าคงคลังประเภทนี้มีข้อสมมติที่ว่าทราบความต้องการสินค้าของลูกค้าในอนาคต และสินค้าจะถูกจำหน่ายออกสำหรับช่วงเวลาหนึ่งๆ เป็นค่าที่แน่นอน คือ a หน่วย ต่อ 1 หน่วยเวลา จึงถือว่าความต้องการสินค้ามีค่าคงที่

2. รูปแบบที่ความต้องการสินค้าทราบค่าไม่แน่นอน (Stochastic or Probabilistic Model) ระบบสินค้าคงคลังประเภทนี้จะไม่ทราบปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการแน่นอนว่ามีความต้องการเป็นเท่าใดจึงถือว่าความต้องการมีค่าไม่คงที่หรือเป็นแบบสุ่ม (Random Demand) ที่ทราบการแจกแจงความน่าจะเป็น กล่าวคือจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพเศรษฐกิจหรือตามความนิยม เช่น สินค้าประเภทฟุ่มเฟือยต่างๆ และสินค้าประเภทเสื้อผ้า เป็นต้น

2.3.5 การพิจารณาความคงที่ของความต้องการผลิตภัณฑ์จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (VC)

Peterson, (2551) และพิภพ ลลิตาภรณ์ (2552) ได้เสนอแนะขั้นตอนการคำนวณดังนี้

1. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) โดยความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแปรปรวนของความต้องการ $V(D)$ กับค่าเฉลี่ยของความต้องการต่อช่วงเวลา $(\overline{d})$ กำลังสอง

$$VC = \frac{V(D)}{\overline{d}^2} \tag{2.39}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำนวณหาค่าเฉลี่ยของความต้องการต่อช่วงเวลา $(\overline{d})$

$$\overline{d} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i \tag{2.40}$$

3. คำนวณหาค่าความแปรปรวนของความต้องการ $V(D)$ ต่อช่วงเวลา

$$V(D) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i^{\,2} - \overline{d}^{\,2} \tag{2.41}$$

4. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) โดยความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแปรปรวนของความต้องการ $V(D)$ กับค่าเฉลี่ยของความต้องการต่อช่วงเวลา $(\overline{d})$ กำลังสอง

$$VC = \frac{V(D)}{\overline{d}^{\,2}} \tag{2.42}$$

ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) มีค่าน้อยกว่า 0.20 แสดงว่าระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะคงที่มีความเหมาะสมที่จะใช้สูตรปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) สำหรับคำนวณปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม

ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) มีค่ามากกว่า 0.20 แสดงว่าระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะไม่แน่นอน จะใช้วิธีการอื่นๆ ในการคำนวณ เช่น เทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot เทคนิคการสั่งซื้อเป็นช่วง และเทคนิคการสั่งแบบ Silver Meal

2.3.6 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีที่ความต้องการในแต่ละช่วงเวลามีค่าคงที่

การใช้สูตรปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) สำหรับคำนวณปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม ซึ่งมีสมมติฐานดังนี้

1. ปริมาณความต้องการของลูกค้าต่อปีมีความแน่นอนและเป็นความต้องการที่เกิดขึ้นในลักษณะคงที่และสม่ำเสมออยู่ตลอดเวลา (หน่วยของสินค้าต่อปี)

2. ช่วงเวลานำ (Lead time) คือ ช่วงเวลาที่รอคอยหลังออกใบสั่งซื้อ หรือสั่งผลิตจนกระทั่งได้รับสินค้ามีค่าเป็นศูนย์ หรือทราบค่าที่แน่นอน

3. ไม่ยอมให้มีสินค้าขาดแคลน

4. ระบบสินค้าคงคลังนี้จะเป็นระบบที่ดำเนินอย่างต่อเนื่อง ปริมาณที่ทำการผลิตหรือสั่งซื้อแต่ละครั้ง และปริมาณสินค้าที่ได้รับ สินค้าคงเหลือที่อยู่ในคลังจะมีค่าเหมือนเดิมตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นทุนการสั่งซื้อสินค้าต่อครั้ง (หน่วยเงินต่อครั้ง) และต้นทุนการเก็บสินค้าต่อหน่วย (หน่วยเงินต่อหน่วยสินค้าต่อปี) ราคาสินค้าต่อหน่วย (หน่วยเงินต่อหน่วยสินค้า) จะเป็นค่าคงที่

ในการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดจะพิจารณาความต้องการ

กำหนดให้ K แทน ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้าต่อครั้ง (บาทต่อครั้ง)

D แทน ความต้องการสินค้าของลูกค้า (หน่วยสินค้า/หน่วยเวลา)

h แทน ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (บาท/หน่วยสินค้า/หน่วยเวลา)

q แทน ปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อหรือสั่งผลิต (หน่วยสินค้า/ครั้ง)

T แทน ระยะเวลาการสั่งซื้อ

ในการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดจะพิจารณาความต้องการ และค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสินค้าคงคลังในระยะเวลา 1 ปี ได้แก่

ค่าใช้จ่ายในการออกใบสั่งซื้อหรือสั่งผลิตในเวลา 1 ปี เท่ากับ $\frac{KD}{q}$

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาในรอบ 1 ปี จะคำนวณโดยใช้ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ยต่อหน่วยเวลา เมื่อต้นรอบและปลายรอบ ซึ่งมีค่าเป็น q และ 0 ตามลำดับ ดังนั้นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเท่ากับ $\frac{hq}{2}$

ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (Total Cost: TC) โดยไม่นับราคาสินค้า จึงเท่ากับผลรวมของค่าใช้จ่ายทั้ง 2 กรณี นั่นคือ

$$TC(q) = \frac{KD}{q} + \frac{hq}{2} \tag{2.43}$$

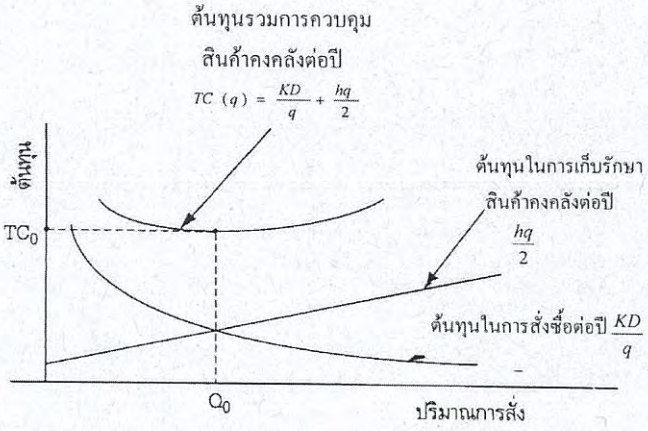
ขนาดประหยัดที่เหมาะสมในระบบ EOQ หรือ q^* คือ

$$q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \tag{2.44}$$

ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดที่ต่ำที่สุดคือ

$$TC(q^*) = \sqrt{2hKD} \tag{2.45}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษารายปี
ที่มา: พิภพ ลลิตาภรณ์, 2552

2.3.7 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีที่ความต้องการในแต่ละช่วงมีค่าไม่คงที่

ถ้าค่า VC ของสินค้าที่คำนวณมีค่ามากกว่า 0.20 แสดงว่าปริมาณความต้องการอะไหล่ในแต่ละช่วงเวลาไม่คงที่ จึงไม่สามารถใช้สูตรปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (EOQ) ได้ โดยจะมีสมมติฐานดังนี้

1. ปริมาณความต้องการของลูกค้ามีความไม่แน่นอน
2. ช่วงเวลานำ (Lead time) คือ ช่วงเวลาที่รอคอยหลังออกใบสั่งซื้อ หรือสั่งผลิตจนกระทั่งได้รับสินค้ามีค่าเป็นศูนย์ หรือทราบค่าที่แน่นอน
3. ไม่ยอมให้มีสินค้าขาดแคลน

โดยเทคนิคที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาเพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมนั้น มี 3 เทคนิคที่นิยมดังนี้

1. เทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot

วิธีการนี้เป็นการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่คงที่ คือ เท่ากับปริมาณความต้องการล่วงหน้าเพียง 1 ช่วงเวลา ด้วยวิธีการนี้ จะทำให้มีต้นทุนการสั่งซื้อสินค้าสูง แต่ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังต่ำ ซึ่งเหมาะสมกับสินค้าหรือวัตถุดิบที่มีราคาสูง หรือสินค้าที่มีความไม่แน่นอนสูงมาก (Lumpy Demand)

2. เทคนิคการสั่งซื้อเป็นช่วง (Periodic Order Quantity: POQ)

สำหรับการกำหนดขนาดรุ่นการสั่ง โดยเทคนิค POQ จะใช้นโยบายการทบทวนการสั่งเป็นช่วงๆ มากกว่าใช้นโยบายการสั่งตาม EOQ อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากความต้องการที่เกิดขึ้นโดยปกติจะไม่คงที่ในทุกช่วงเวลา ดังนั้นขนาดของการสั่งจึงควรที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณความต้องการของช่วงเวลาต่างๆ อย่างไรก็ตามโดยเทคนิค POQ จะคำนวณจำนวนช่วงเวลาที่ควรจะพิจารณาถึงความต้องการที่เกิดขึ้นเพื่อมากำหนดขนาดรุ่น โดยการกำหนดช่วงเวลานั้นจะพิจารณาจำนวนช่วงเวลาโดยเฉลี่ยที่ปริมาณ EOQ จะครอบคลุมถึง ซึ่งจำนวนช่วงเวลาโดยเฉลี่ยสามารถคำนวณจากสูตร

เอกสารนี้ได้รับการสนับสนุนให้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$N = \frac{EOQ}{\bar{d}} \tag{2.46}$$

เมื่อ N แทน จำนวนช่วงเวลาโดยเฉลี่ย (หาก N ไม่เป็นจำนวนเต็มให้ปัดเศษขึ้น)

EOQ แทน ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด

d แทน ความต้องการสินค้าของลูกค้าต่อช่วงเวลา (ในอนาคต)

หลังจากนั้นคำนวณการสั่งวัตถุดิบเข้ามาทดแทนก็จะพิจารณาถึงความต้องการที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอีก N ช่วงเวลาต่อไป

3. เทคนิคการสั่งแบบ Silver Meal

วิธีนี้เป็นวิธีการหาต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) ของงวดการสั่งซื้อ m งวดล่วงหน้า โดยต้องการหาจำนวนงวดการสั่งซื้อ (m) ที่ทำให้ต้นทุนเฉลี่ยของการสั่งซื้อและต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลังที่ต่ำที่สุด ต้นทุนที่จะต้องทราบเพื่อวิเคราะห์หาจุดและจำนวนในการสั่งซื้อ ได้แก่

1. ต้นทุนในการสั่งซื้อ = A (หน่วย บาท/ครั้งในการสั่งซื้อ)
2. ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง = h (หน่วย บาท/ชิ้น/งวดเวลา)
3. ปริมาณความต้องการสินค้าในอนาคต n งวด (n periods)

วิธีการคำนวณแบบ Silver Meal

ปริมาณความต้องการสินค้าในอนาคต n งวด = $(D_1, D_2, ..., D_m)$ ให้ K(m) เป็นต้นทุนเฉลี่ยของต้นทุนแปรผัน ซึ่งได้แก่ ต้นทุนในการสั่งซื้อและต้นทุนในการถือครองสินค้าคงคลังที่ซื้อ ณ งวดที่ 1 เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการทั้งหมด m งวด

ถ้าสั่งซื้อสินค้าเท่ากับ D_1 หมายความว่า ต้องการซื้อสินค้าให้เพียงพอกับความต้องการในงวดที่ 1 เท่านั้น ดังนั้นจะหาต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ

$$K(1) = A \tag{2.47}$$

ถ้าสั่งซื้อปริมาณเท่ากับ $D_1 + D_2$ ณ ช่วงเวลาที่ 1 เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการในงวดที่ 1 และ 2 จะได้ต้นทุนเฉลี่ยของ 2 งวดเวลาเท่ากับ

$$K(2) = \frac{1}{2}(A + hD_2) \tag{2.48}$$

ในทำนองเดียวกัน หากต้องการซื้อสินค้าเพื่อครอบคลุมความต้องการ 3 งวดเวลา จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$K(3) = \frac{1}{3}(A + hD_2 + 2hD_3) \tag{2.49}$$

$$K(m) = \frac{1}{m}(A + hD_2 + 2hD_3 + ... + (m-1)hD_m) \tag{2.50}$$

และจะหยุดเมื่อ K(m+1) > K(m) งวดที่ K(m+1) มีต้นทุนสูงกว่า K(m) จะหยุดและทำการสั่งซื้อ ณ งวดเวลาที่ 1 เพื่อให้ครอบคลุมปริมาณความต้องการ m งวด คือ $Q_1 = D_1 + D_2 + ... + D_m$ และจะเริ่มคำนวณใหม่ในงวดที่ m+1 จนกระทั่งถึงงวดสุดท้ายของการวางแผนสั่งซื้อ

2.3.8 การหาจุดสั่งซื้อและระบบสินค้าคงคลังสำรอง (Reorder Point and Safety Stock)

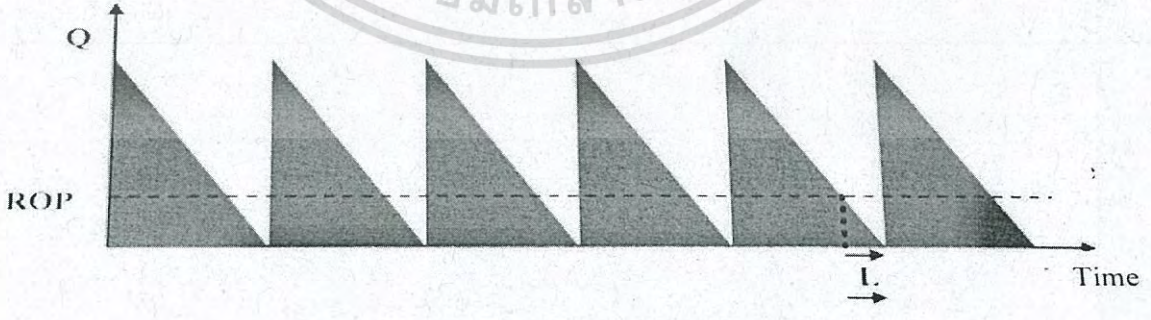
จุดสั่งซื้อสินค้า (Reorder Point: ROP) เป็นจุดที่บ่งบอกถึงปริมาณสินค้าคงคลังที่อยู่ในระบบที่ทำให้เราต้องการมีการสั่งซื้อสินค้า โดยจะแบ่งการพิจารณาจุดสั่งซื้อเป็น 2 กรณี (พิภพ ลลิตาภรณ์, 2552) คือ

กรณีที่ 1 เป็นกรณีที่มีความแน่นอนทั้งความต้องการใช้สินค้า และช่วงเวลาของผู้จัดสั่ง ถ้าช่วงเวลาของผู้จัดส่งเป็นศูนย์ซึ่งหมายถึง สั่งซื้อสินค้าแล้วได้รับสินค้าทันที จุดสั่งซื้อเป็นศูนย์ แต่ถ้าช่วงเวลาไม่เป็นศูนย์แต่มีค่าเท่ากับ LT แล้ว

$$\text{จุดสั่งซื้อ} = \left(\overline{d}\right) * \left(LT\right) \tag{2.51}$$

$\overline{d}$ แทน ความต้องการเฉลี่ยต่อช่วงเวลา

LT แทน ช่วงเวลา ซึ่งช่วงเวลาในที่นี้คือ ช่วงเวลาตั้งแต่สั่งซื้อสินค้าหรือวัตถุดิบจนกระทั่งได้รับสินค้า

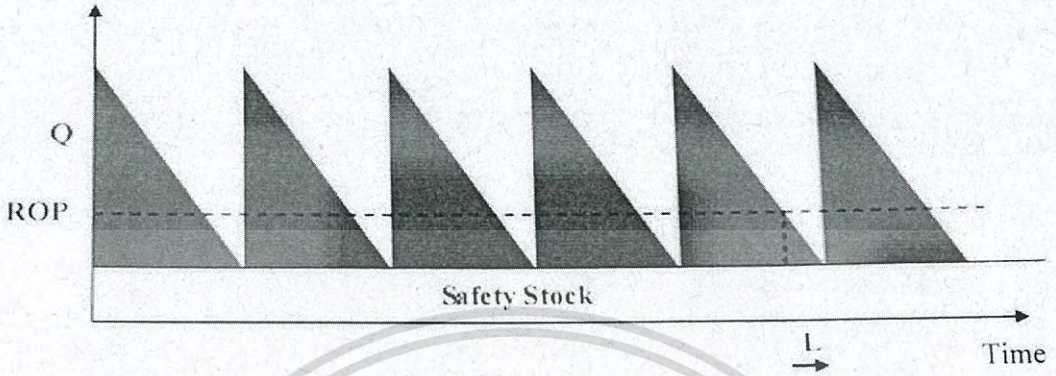


รูปที่ 2.11 จุดสั่งซื้อที่มีความต้องการแน่นอน

ที่มา: พิภพ ลลิตาภรณ์, 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 2 เป็นกรณีที่มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น ซึ่งอาจมาจากสาเหตุของความต้องการใช้สินค้าของบริษัท หรืออาจจะมาจากความไม่แน่นอนจากช่วงเวลาของการจัดส่งจากผู้จัดส่งสินค้าดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องมีสินค้าคงคลังสำรองเผื่อไว้จำนวนหนึ่งเพื่อรองรับความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น



รูปที่ 2.12 จุดสั่งซื้อที่มีความไม่แน่นอน

ที่มา: พิภพ ลลิตาภรณ์, 2552

$$\text{จุดสั่งซื้อ} = \left(\overline{d}\right) * \left(\overline{LT}\right) + SS \tag{2.52}$$

$\overline{d}$ แทน ความต้องการเฉลี่ยต่อช่วงเวลา

$\overline{LT}$ แทน ช่วงเวลานำเฉลี่ย

SS แทน ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง

ในกรณีที่ 2 นี้จะคำนวณด้วยวิธีการทางสถิติ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 2.1 ช่วงเวลานำคงที่และความต้องการมีความแปรปรวน

ปริมาณสินค้าคงคลังสำรองจะจัดเตรียมไว้เพื่อป้องกันความผิดพลาดในช่วงเวลานำเท่านั้น ในขั้นนี้จะคำนวณหาปริมาณสินค้าคงคลังสำรองที่ควรจัดเตรียมไว้ ภายใต้สมมติฐานว่า ช่วงเวลานำคงที่แต่อัตราการใช้มีความแปรปรวน สำหรับอัตราการใช้นี้ โดยทั่วไปแล้วความแปรปรวนที่เกิดขึ้นมักจะมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

$$ROP = \left(\overline{d}\right)\left(LT\right) + Z\sigma_d\sqrt{LT} \tag{2.53}$$

$$SS = Z\sigma_d\sqrt{LT} \tag{2.54}$$

$\overline{d}$ แทน ค่าเฉลี่ยของความต้องการสินค้าต่อหน่วยเวลา

LT แทน ช่วงเวลานำ (หน่วยเวลา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z แทน ค่าที่ได้จากการอ่านได้จากตารางการแจกแจงปกติ ณ ระดับการให้บริการ (Service Level)

σ_d แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการหรืออัตราการใช้ต่อหน่วยเวลา

ค่า Z เป็นค่าที่ได้จากตารางการแจกแจงปกติ โดยการกำหนดค่าความเสี่ยงที่ยอมให้ของขาดแคลน เช่น ถ้าในปีหนึ่งๆ มีการสั่งซื้อ 5 ครั้ง และฝ่ายจัดการมีนโยบายให้มีของขาดแคลนได้เพียง 1 ครั้ง นั่นคือยอมให้มีความเสี่ยงที่ของจะขาดแคลนได้ 20 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อค่าที่ได้จากตารางแจกแจงปกติที่ความเสี่ยง 20 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่า $Z = 0.845$

กรณีที่ 2.2 ความต้องการคงที่และช่วงเวลานำมีความแปรปรวน

กรณีเช่นนี้อาจจะเกิดขึ้นไม่บ่อยครั้งนัก เพราะโดยปกติแล้วผู้จัดส่งสินค้าจะส่งของให้กับลูกค้ามักจะพยายามรักษาชื่อเสียง โดยการส่งของมาให้ทันกำหนดวันที่ตกลงกันไว้ แต่ในบางครั้งอาจจะมีการล่าช้าเกิดขึ้นบ้างเนื่องจากเหตุสุดวิสัย โดยเฉพาะการสั่งซื้อสินค้าที่มีระยะทางไกลต้องใช้เวลาส่งของเป็นเวลานาน ถ้าหากเรามีข้อมูลเกี่ยวกับเวลาการส่งของในอดีตที่ผ่านมา ก็สามารถที่จะประเมินเวลาของช่วงเวลานำได้

$$ROP = \left(\bar{d}\right)\left(LT\right) + Zd\sigma_{LT} \tag{2.55}$$

$$SS = Zd\sigma_{\mathrm{LT}} \tag{2.56}$$

d แทน ความต้องการสินค้าต่อหน่วยเวลา

LT แทน ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลานำ (หน่วยเวลา)

σ_{LT} แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำ

กรณีที่ 2.3 ความต้องการและช่วงเวลานำมีความแปรปรวน

ในกรณีที่ความต้องการและช่วงเวลานำมีความแปรปรวน จุดสั่งซื้อใหม่จะคำนวณได้ดังนี้

$$ROP = \left(\bar{d}\right)\left(LT\right) + Z\sqrt{\overline{(LT)\sigma_d}^{\,2} + d^2\sigma_{LT}^{\,2}} \tag{2.57}$$

$$SS = Z\sqrt{\overline{(LT)\sigma_d^2} + \bar{d}^2\sigma_{LT}^{\,2}} \tag{2.58}$$

$\bar{d}$ แทน ค่าเฉลี่ยของความต้องการสินค้าต่อหน่วยเวลา

$\overline{LT}$ แทน ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลานำ (หน่วยเวลา)

σ_{d} แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการหรืออัตราการใช้ต่อ หน่วยเวลา

σ_{LT} แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ทุกรูปแบบที่กล่าวมานี้อยู่ภายใต้สมมติฐานที่กำหนดไว้ว่า อัตราการใช้และช่วงเวลานำเป็นอิสระต่อกัน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤษณา ปานสุวรรณ และคณะ (2557) ศึกษาการจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา ร้านขายของชำแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและหาวิธีในการกำหนดนโยบายสั่งซื้อสินค้าเพื่อมาเก็บไว้เป็นสินค้าคงคลังให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าและลดต้นทุนในการสั่งซื้อรวมถึงค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา ซึ่งสินค้าชนิดที่ 1 วิธี EOQ มีค่าต้นทุนในการใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้าและเก็บสินค้าคงคลังต่ำที่สุดเท่ากับ 982.249 บาทต่อ 9 สัปดาห์ และต่ำกว่าวิธีการสั่งซื้อของทางร้านขายของชำกรณีศึกษาที่มีต้นทุนการใช้จ่ายในการสั่งซื้อและเก็บสินค้าคงคลังเท่ากับ 5,342.688 บาท หรือประหยัดได้ถึงร้อยละ 81.61 สินค้าชนิดที่ 2 วิธี EOQ, POQ และ Sliver Meal มีต้นทุนการใช้จ่ายในการสั่งซื้อและเก็บสินค้าคงคลังต่ำที่สุดเท่ากับ 1,107.073 บาทต่อ 9 สัปดาห์ และต่ำกว่าวิธีการสั่งซื้อของทางร้านขายของชำกรณีศึกษาที่มีต้นทุนการใช้จ่ายในการสั่งซื้อและเก็บสินค้าคงคลังเท่ากับ 5,410.917 บาท หรือประหยัดได้ถึงร้อยละ 79.54 สินค้าชนิดที่ 3 วิธี Sliver Meal มีต้นทุนการใช้จ่ายในการสั่งซื้อและเก็บสินค้าคงคลังต่ำที่สุดเท่ากับ 2,032.719 บาทต่อ 9 สัปดาห์ และต่ำกว่าวิธีการสั่งซื้อของทางร้านขายของชำกรณีศึกษาที่มีต้นทุนการใช้จ่ายในการสั่งซื้อและเก็บสินค้าคงคลังเท่ากับ 5,387.205 บาท หรือประหยัดได้ถึงร้อยละ 62.27

ณัฐสิทธิ์ ตีระพงศ์ไพบูรณ์ และคณะ (2553) ศึกษาการบริหารสินค้าคงคลังเพื่อวางนโยบายในการจัดซื้อแปรงถ่าน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวางนโยบายในการจัดซื้อแปรงถ่านที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด คือ 1) 00-06-158 (ผลิตภัณฑ์ A) 2) 00-00-100 (ผลิตภัณฑ์ B) 3) 00-06-020 (ผลิตภัณฑ์ C) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์ชนิด A และ C เป็นรายเดือนตั้งแต่มกราคม 2547 ถึงเดือนตุลาคม 2553 และผลิตภัณฑ์ B เป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 ถึงเดือนตุลาคม 2553 มาพยากรณ์ปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด (เดือนพฤศจิกายน 2553 ถึงเดือนตุลาคม 2554) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box - Jenkins Method) จากนั้นนำผลการพยากรณ์มาวิเคราะห์ปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสมการพิจารณาจุดสั่งซื้อ และระบบสินค้าคงคลังสำรองผลการวิเคราะห์พบว่าผลิตภัณฑ์ชนิดที่ A และ B มีเทคนิคการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม คือเทคนิคการสั่งแบบ Silver Meal ส่วนผลิตภัณฑ์ C ใช้ได้ทั้งเทคนิคการสั่งแบบ Lot for Lot, POQ และ Silver Meal โดยผลิตภัณฑ์ A มีปริมาณการสั่งซื้อทุกๆ 3 เดือน โดยมีจุดสั่งซื้อใหม่คือ 369 ชิ้น ผลิตภัณฑ์ B มีปริมาณการสั่งซื้อทุกๆ 3 เดือนเช่นกัน โดยมีจุดสั่งซื้อใหม่คือ 324 ชิ้น ส่วนผลิตภัณฑ์ C จะมีการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ทุกเดือน โดยมีจุดสั่งซื้อใหม่คือ 1,987 ชิ้น ซึ่งเมื่อใช้เทคนิคการหาปริมาณการสั่งซื้อตามเทคนิคข้างต้นตามวิเคราะห์แล้วนั้น จะทำให้บริษัทกรณีศึกษามีค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวประกาย บุญเลี้ยง จิรัสย์ เลิศศิริ และ ดนัย แสงอารี (2552) ได้ทำการศึกษาเรื่องการจัดการสินค้าคงคลังกรณีศึกษาบริษัทสเปเชียลตี้เท็คคอร์ปอเรชั่นจำกัดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดนโยบายปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลปริมาณยอดขายผลิตภัณฑ์ 3 ชนิดคือผลิตภัณฑ์ A B และ C ของบริษัทบริษัทสเปเชียลตี้เท็คคอร์ปอเรชั่นจำกัดโดยเก็บรวบรวมข้อมูลยอดขายผลิตภัณฑ์รายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2552 มาพยากรณ์ยอดขายผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด (ธันวาคม 2552 ถึงพฤศจิกายน 2553) โดยเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ 2 วิธีคือวิธีการอนุกรมเวลาปรับและวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์จากนั้นนำผลการพยากรณ์มาวิเคราะห์ปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสมการพิจารณาจุดสั่งซื้อและระบบสินค้าคงคลังสำรองของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ผลการวิเคราะห์พบว่าผลิตภัณฑ์ A เทคนิคการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมคือเทคนิคการสั่งเป็นช่วงและเทคนิคการสั่งแบบ Silver Meal โดยมีค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังเท่ากับ 1,664.74 บาทต่อเดือนจุดสั่งซื้อใหม่คือ 38,159 ชิ้น และปริมาณสินค้าคงคลังสำรองเท่ากับ 5,731 ชิ้น ผลิตภัณฑ์ B เทคนิคการหาปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสมคือเทคนิคปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัดโดยมีค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังเท่ากับ 3,876.51 บาทต่อเดือน และจุดสั่งซื้อใหม่คือ 109,071 คู่ สำหรับผลิตภัณฑ์ C เทคนิคการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมคือเทคนิคการสั่งเป็นช่วงและเทคนิคการสั่งแบบ Silver Meal โดยมีค่าใช้จ่ายในการจัดสินค้าคงคลังเท่ากับ 2,278.93 บาทต่อเดือน จุดสั่งซื้อใหม่คือ 71,185 คู่ และปริมาณสินค้าคงคลังสำรองเท่ากับ 23,010 คู่

ทิพารักษ์ มูลศาสตร์ และคณะ (2551) ศึกษาเรื่องโปรแกรมการจัดการระบบสินค้าคงคลังกรณีศึกษา เอ็กซ์เซลเลนท์ ไพโอเนียร์ จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างโปรแกรมการจัดการระบบสินค้าคงคลัง เพื่อให้บริษัทดังกล่าวใช้ในการตัดสินใจสั่งซื้อสินค้าที่เป็นส่วนประกอบในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวไว้จำหน่ายให้ลูกค้าที่แน่นอน ดังนั้นจึงได้เลือกใช้ตัวแบบสินค้าคงคลังกรณีที่ทราบความต้องการสินค้าที่แน่นอน โดยทำการศึกษาในรูปแบบ 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่มีช่วงเวลาระหว่างการสั่งซื้อ รูปแบบที่ยอมให้มีการขาดแคลนสินค้า และรูปแบบที่มีส่วนลดตามส่วนที่เพิ่มขึ้น โปรแกรมได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 และ Microsoft Access 2003 โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะคำนวณเพื่อหาขนาดสั่งซื้อสินค้าที่ประหยัดที่สุด ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด จุดสั่งซื้อสินค้า และมีการใช้รหัสสินค้าเข้ามาช่วยในการเพิ่ม-ลด สินค้าในสต๊อกสินค้าของบริษัทโดยอัตโนมัติ มีการเก็บข้อมูลสินค้าคงคลังไว้ในฐานข้อมูล นอกจากนี้การคำนวณต่างๆ ของโปรแกรมสามารถประมาณผลได้อย่างแม่นยำ ซึ่งสะดวกกว่าการคำนวณด้วยมืออย่างมาก

นุจรี เข็มกลัด (2550) ได้ศึกษาการวางแผนการสั่งซื้อรวม เพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อรวมต่ำสุดของบริษัทเครื่องสำอาง การค้นคว้าอิสระนี้ใช้ข้อมูลปริมาณการเบิกจ่ายวัตถุดิบของบริษัทกรณีศึกษาตั้งแต่ มิถุนายน 2548 ถึง ธันวาคม 2550 คัดเลือกวัตถุดิบตัวอย่างด้วยการนำวิธีการวิเคราะห์ ABC Classification เลือกวัตถุดิบที่อยู่ในระดับ A เพื่อทำการพยากรณ์โดยหาวิธีการพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยสุด และนำค่าดังกล่าวมาคำนวณการวางแผนการสั่งซื้อรวมที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายต่ำสุด โดยพิจารณาข้อจำกัดของกำลังการผลิตของผู้ส่งมอบและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นสำคัญ อีกทั้งการพิจารณาปัจจัยด้านสินค้าคงคลังที่เหมาะสมในการตอบสนองความต้องการวัตถุดิบในการผลิต ทั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ โปรแกรม Microsoft Excel Solver ผลการศึกษาสรุปได้ว่า การวางแผนการสั่งซื้อที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดนั้น สามารถช่วยลดคาดใช้จ่ายรวม 176,815 บาทต่อปี หรือคิดเป็นอัตราส่วนได้ 0.33% ของค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งซื้อวัตถุดิบ PKPR 053 และสามารถเพิ่มผลกำไรเท่ากับ 4,376,746 บาท หรือคิดเป็น 15.96% ของระดับผลกำไรเดิมในการสั่งซื้อวัตถุดิบในกรณีศึกษาเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายจากการดำเนินการสั่งซื้อและผลกำไรแบบเดิมของบริษัทที่ไม่ได้มีการวางแผนล่วงหน้า นอกจากนี้แผนการสั่งซื้อวัตถุดิบดังกล่าว สามารถช่วยลดความซ้ำซ้อนและปริมาณงานของผู้เกี่ยวข้องในระบบโลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistic) ในบริษัทกรณีศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พงศกร อ่อนศรี และคณะ (2557) ศึกษาการจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา อะไหล่สำหรับการบำรุงรักษาเครื่องบินของบริษัทสายการบินแห่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณความต้องการอะไหล่สำหรับการบำรุงรักษาเครื่องบินและหาปริมาณการสั่งซื้ออะไหล่ จุดสั่งซื้ออะไหล่ที่เหมาะสม ซึ่งผลิตภัณฑ์ A เทคนิคการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม คือ เทคนิคปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด โดยมีค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังเท่ากับ 7,662.6310 บาทต่อปี และจุดสั่งซื้อใหม่ คือ 838.0975 หน่วย และไม่มีปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง ผลิตภัณฑ์ B เทคนิคการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม คือ เทคนิคการสั่งเป็นช่วงและเทคนิคการสั่งแบบ Silver Meal โดยมีค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังเท่ากับ 1,053.02 บาทต่อปี จุดสั่งซื้อใหม่ คือ 10 หน่วย และปริมาณสินค้าคงคลังสำรองเท่ากับ 1 หน่วย และผลิตภัณฑ์ C เทคนิคการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม คือ เทคนิคการสั่งเป็นช่วงและเทคนิคการสั่งแบบ Silver Meal โดยมีค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังเท่ากับ 464.78 บาทต่อปี จุดสั่งซื้อใหม่ คือ 6 หน่วย และปริมาณสินค้าคงคลังสำรองเท่ากับ 3 หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้ทางคณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษจะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัยในหัวข้อดังต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

บริษัทกรณีศึกษา จำหน่ายสินค้าวัสดุก่อสร้างและสินค้าตกแต่งบ้านทุกชนิดทั้งปลีกและส่ง ให้บริการที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง ต่อเติม ซ่อมแซม ตลอดทั้งการให้คำปรึกษาด้านการออกแบบแบบครบวงจร ยึดหลักความเป็นธรรมและความพึงพอใจสูงสุดของลูกค้า ดังนั้นบริษัทจึงจำเป็นต้องมีการจัดการสินค้าคงคลังที่ดี เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสินค้าที่ค้างสต็อกและสินค้าไม่พอจำหน่าย

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษจึงสนใจที่จะวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสมและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างเพียงพอ แต่เนื่องจากบริษัทมีสินค้าในคลังสินค้าเป็นจำนวนมาก จึงนำข้อมูลรายการสินค้ามาจัดกลุ่มโดยระบบการจำแนกสินค้าคงคลังเป็นหมวด ABC และเลือกสินค้าในแต่ละหมวดมาหมวดละ 1 รายการ จึงได้คัดเลือกสินค้าจำนวน 3 รายการมาทำการศึกษาหาปริมาณความต้องการของสินค้าทั้ง 3 รายการ ล่วงหน้า 1 ปี (เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2559) สำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสม และจุดสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 3.1 การรวบรวมข้อมูลในการดำเนินงาน

ลำดับการดำเนินงาน	หัวข้อการดำเนินงาน	ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงาน
Phase 1	การจำแนกสินค้าคงคลังเป็นหมวด ABC	1. ข้อมูลความต้องการสินค้าทั้ง 3 รายการ ในปี 2558 2. ราคาสินค้าต่อหน่วยของสินค้าทั้ง 3 รายการ ในปี 2558
Phase 2	การพยากรณ์	ปริมาณยอดขายรายเดือนของสินค้าทั้ง 3 รายการ ตั้งแต่มีการเริ่มนำสินค้ามาขาย
Phase 3	การจัดการสินค้าคงคลัง	1. ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ 1.1 ค่าโทรศัพท์ในการติดต่อสั่งซื้อสินค้า 1.2 เงินเดือนพนักงานแผนกจัดซื้อ 1.3 ค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าเอกสารใบสั่งซื้อ ค่าใช้จ่ายในการชำระเงิน ค่าธรรมเนียมจากการนำสินค้าออกจากศุลกากร เป็นต้น 2. จำนวนคำสั่งซื้อ/ปี ของปี 2558

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) การรวบรวมข้อมูลในการดำเนินงาน

ลำดับการดำเนินงาน	หัวข้อการดำเนินงาน	ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงาน
Phase 3	การจัดการสินค้าคงคลัง	2. ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา 2.1 เงินเดือนพนักงานที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้าทั้งหมด เช่น พนักงานแผนกคลังสินค้า พนักงานรักษาความปลอดภัยคลังสินค้า พนักงานทำความสะอาดคลังสินค้า เป็นต้น 2.2 ค่าบำรุงและซ่อมแซมอุปกรณ์คลังสินค้าและสินค้าคงคลัง 2.3 ค่าไฟ 2.4 ค่าประกันภัยคลังสินค้า/ค่าไฟ 2.5 ค่าภาษีและการประกันภัยสินค้าคงคลัง 2.6 ข้อมูลพื้นที่ทั้งหมดในคลังสินค้าและพื้นที่ในการจัดเก็บของสินค้าทั้ง 3 รายการ 2.7 ปริมาณสินค้าคงเหลือเฉลี่ยต่อปี

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

Phase 1: การจัดกลุ่มโดยระบบการจำแนกสินค้าคงคลังเป็นหมวด ABC โดยทางบริษัทจะทำการคัดเลือกสินค้ามาจำนวนหนึ่งจากทั้งหมด 2,250 รายการ และเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการสินค้าและราคาสินค้าต่อหน่วยเพื่อนำมาคำนวณหามูลค่าของสินค้าแล้วทำการเลือกสินค้าจากกลุ่ม A, B และ C ออกมาอย่างละหนึ่งรายการ

Phase 2: เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม จะใช้ข้อมูลรายเดือนของปริมาณยอดขายสินค้าทั้ง 3 รายการ ตั้งแต่มีการเริ่มนำสินค้ามาขาย โดยสินค้า A มีข้อมูลยอดขายสินค้าจำนวน 5 ปี สินค้า B มีข้อมูลยอดขายสินค้าจำนวน 6 ปี และสินค้า C มีข้อมูลยอดขายสินค้าจำนวน 8 ปี ทั้งนี้จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมข้อมูล

Phase 3: การจัดการสินค้าคงคลัง มี 3 ตอนดังนี้

Phase 3.1 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Variability Coefficient: VC) จะใช้ค่าพยากรณ์ความต้องการจาก Phase 2 มาใช้ในการคำนวณ

Phase 3.2 การหาค่าใช้จ่ายในสินค้าคงคลัง แบ่งได้เป็น 2 ส่วน

1. ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ ประกอบด้วยค่าโทรศัพท์ในการติดต่อสั่งซื้อสินค้า เงินเดือนพนักงานแผนกจัดซื้อ และค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าเอกสารใบสั่งซื้อ ค่าใช้จ่ายในการชำระเงิน ค่าธรรมเนียมจากการนำสินค้าออกจากศุลกากร เป็นต้น และรวบรวมจำนวนคำสั่งซื้อ/ปี เพื่อนำมาคำนวณค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อของสินค้าทั้ง 3 รายการ

2. ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา ประกอบด้วยเงินเดือนพนักงานที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้าทั้งหมด เช่น พนักงานแผนกคลังสินค้า พนักงานรักษาความปลอดภัยคลังสินค้า พนักงานทำความสะอาดคลังสินค้า เป็นต้น ค่าบำรุงและซ่อมแซมอุปกรณ์คลังสินค้าและสินค้าคงคลัง ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าประกันภัยคลังสินค้า ค่าเช่าคลังสินค้า ค่าภาษีและการประกันภัยสินค้าคงคลัง เป็นต้น นอกจากนั้นทำการจัดเก็บข้อมูลพื้นที่ทั้งหมดในคลังสินค้า พื้นที่ในการจัดเก็บของสินค้าทั้ง 3 รายการ และปริมาณสินค้าคงเหลือเฉลี่ยต่อปี เพื่อนำมาคำนวณค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาของสินค้าทั้ง 3 รายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Phase 3.3 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม แบ่งได้เป็น 2 กรณี

1. ในกรณีที่สินค้ามีความต้องการคงที่ จะใช้เทคนิคการสั่งซื้อสินค้าอย่างประหยัด (EOQ) โดยใช้ข้อมูลค่าใช้จ่ายในสินค้าคงคลังจาก Phase 3 มาใช้ในการคำนวณ

2. ในกรณีที่สินค้ามีความต้องการไม่คงที่ จะหาเทคนิคการสั่งซื้อทั้ง 3 เทคนิค คือ เทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot เทคนิคการสั่งซื้อเป็นช่วง (Periodic Order Quantity: POQ) และเทคนิคการสั่งซื้อแบบ Silver Meal เพื่อนำมาเปรียบเทียบหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดและเหมาะสมที่สุด โดยใช้ข้อมูลค่าใช้จ่ายในสินค้าคงคลังจาก Phase 3 มาใช้ในการคำนวณ

Phase 3.4 คำนวณหาจุดสั่งซื้อ (Reorder Point: ROP) เมื่อสินค้าทั้ง 3 รายการมีช่วงเวลานำคงที่ แบ่งเป็น 2 กรณีได้แก่

1. กรณีที่สินค้ามีความต้องการคงที่ สามารถคำนวณจุดสั่งซื้อ (ROP) ได้จากปริมาณความต้องการเฉลี่ยซึ่งได้จากค่าพยากรณ์ Phase 2 คูณกับช่วงเวลานำที่คงที่

2. กรณีที่สินค้ามีความต้องการไม่คงที่ สามารถคำนวณจุดสั่งซื้อ (ROP) ได้จากค่าคาดหมายของความต้องการสินค้าในช่วงเวลานำ (μ_d) รวมกับสินค้าคงคลังสำรอง (SS)

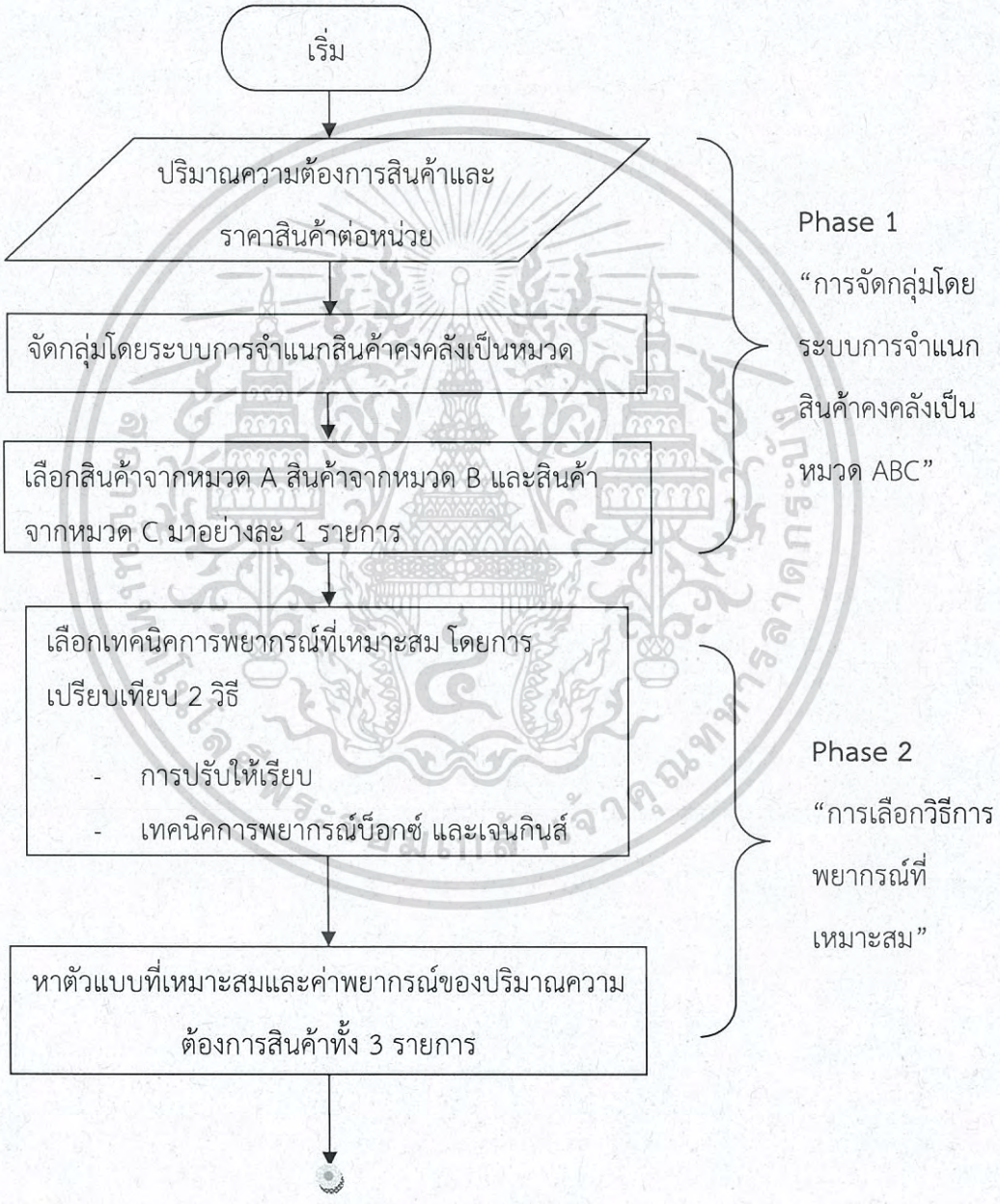
ซึ่ง μ_d คือ ปริมาณความต้องการเฉลี่ยซึ่งได้จากค่าพยากรณ์จาก Phase 2 คูณกับช่วงเวลานำที่คงที่

SS คือ ค่าที่ได้จากการเปิดตาราง Z คูณกับส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานของความต้องการสินค้าคูณกับรากที่สองของช่วงเวลานำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

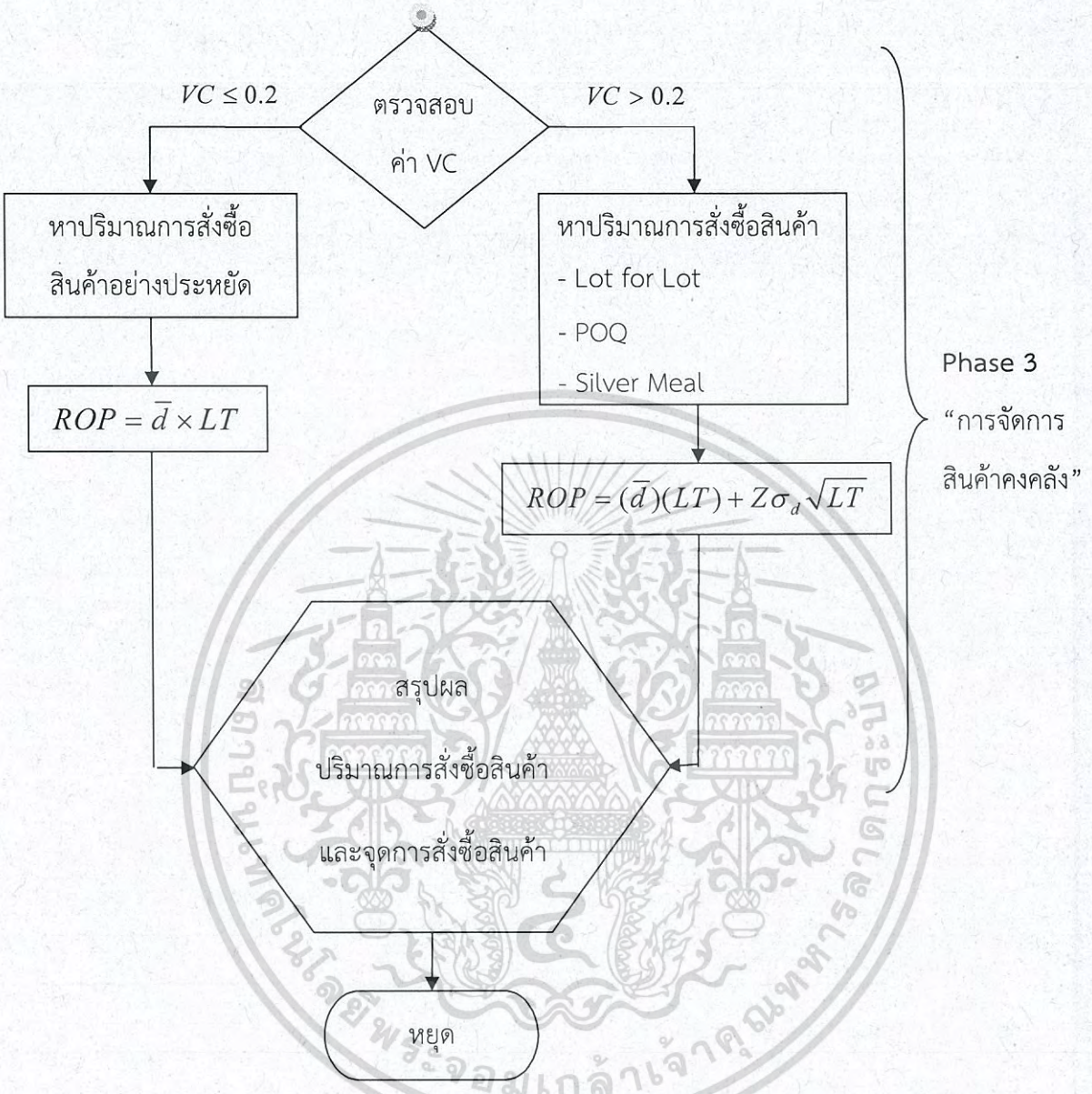
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาหาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสมและจุดสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสม เพื่อทำให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบสินค้าคงคลังมีค่าต่ำสุด โดยแบ่งขั้นตอนการจัดการสินค้าคงคลัง ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1(ต่อ) ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.4.1 การจัดกลุ่มโดยระบบการจำแนกสินค้าคงคลังเป็นหมวด ABC

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นข้อมูลปริมาณความต้องการและราคาสินค้าต่อหน่วย นำข้อมูลมาจัดกลุ่มโดยระบบการจำแนกสินค้าคงคลังเป็นหมวด ABC และเลือกสินค้าในแต่ละหมวด ซึ่งจะทำการศึกษาสินค้าจำนวน 3 รายการ ได้แก่ สินค้าจากหมวด A สินค้าจากหมวด B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

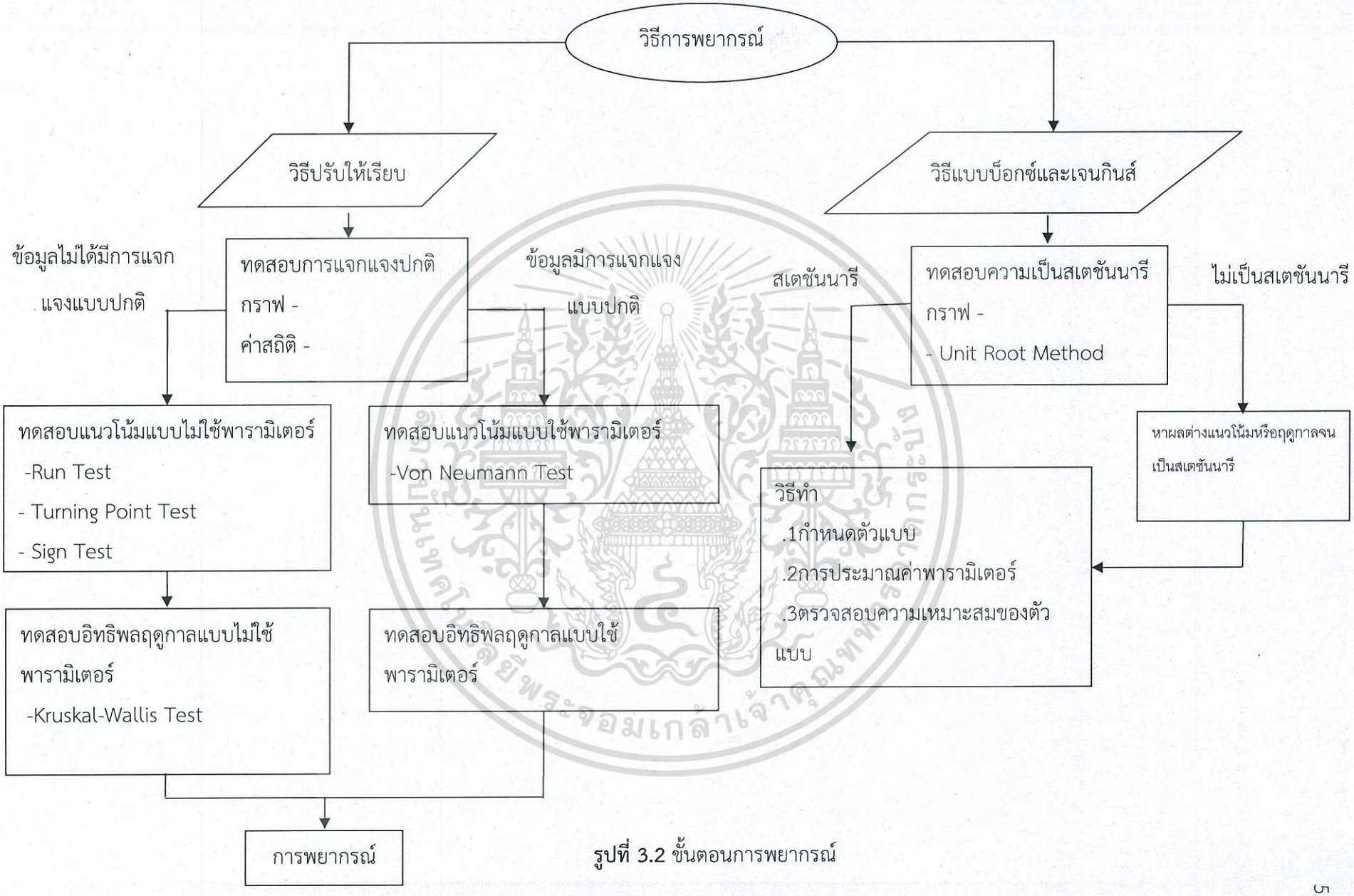
และสินค้าจากหมวด C เพื่อเป็นตัวแทนสินค้าในหมวดนั้นๆ นั่นคือ ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้นขนาด 1"×6"×4" ชักโครก EC-014-NEW 3/6 ลิตร และชักโครก MO12 สีขาว (บราโว) ตามลำดับ

3.4.2 การเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นข้อมูลปริมาณยอดขายรายเดือนของสินค้าทั้ง 3 รายการ ซึ่งในการเลือกสมการสำหรับพยากรณ์ความต้องการล่วงหน้าที่เหมาะสมนั้น คณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษจะทำการเปรียบเทียบค่า MSE จากเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ 2 วิธี คือ เทคนิคการปรับเรียบ (Smoothing Method) และเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Method) ในการนำมาวิเคราะห์และหาตัวแบบการพยากรณ์ โดยจะใช้โปรแกรม MINITAB Version 16 มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Mean Square Error: MSE) ในการเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์ โดยจะเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Mean Square Error: MSE) มีค่าน้อยที่สุด

การศึกษาครั้งนี้จะทำการพยากรณ์ปริมาณความต้องการของสินค้าทั้ง 3 รายการ จึงใช้ข้อมูลของไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้นขนาด 1"×6"×4" ชักโครก EC-014-NEW 3/6 ลิตร และชักโครก MO12 สีขาว (บราโว) มาวิเคราะห์หาสมการพยากรณ์ที่เหมาะสม หลังจากได้สมการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับสินค้าแต่ละรายการแล้วจึงจะทำการพยากรณ์ปริมาณความต้องการของสินค้าทั้ง 3 รายการเป็นรายเดือน 12 คาบเวลาต่อไป (เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2559) โดยปริมาณยอดขายรายเดือนของสินค้าทั้ง 3 รายการ ได้แก่ ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้นขนาด 1"×6"×4" ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2558 เป็นจำนวน 5 ปี ชักโครก EC-014-NEW 3/6 ลิตร ตั้งแต่เดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2558 เป็นจำนวน 6 ปี และชักโครก MO12 สีขาว (บราโว) ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนธันวาคม 2558 เป็นจำนวน 25 หน่วย มาสร้างสมการพยากรณ์ จากนั้นนำมาเปรียบเทียบค่า MSE จาก 2 เทคนิคการพยากรณ์ของสินค้า 3 รายการ และเลือกใช้เทคนิคที่มีค่า MSE ต่ำที่สุด โดยแบ่งขั้นตอนการพยากรณ์ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการพยากรณ์

3.4.3 การจัดการสินค้าคงคลัง

การจัดการสินค้าคงคลังมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำให้การสั่งซื้อสินค้าเหมาะสมที่สุดกับการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้าแต่ละรายการ โดยการจัดการสินค้าคงคลังในปัญหาพิเศษฉบับนี้ทางคณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษจะทำการพิจารณาหาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสม และจุดสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสม

1. การตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Variability Coefficient: VC)

ในการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบความต้องการที่จะใช้สูตรคำนวณปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) เพื่อเป็นการตรวจสอบความต้องการของสินค้าว่ามีความเหมาะสมที่จะใช้ EOQ หรือไม่ เนื่องจากสินค้ามีรูปแบบความต้องการไม่แน่นอน การใช้ EOQ จะไม่สามารถทำให้ต้นทุนเกี่ยวกับสินค้าคงคลังมีค่าต่ำสุด ดังนั้นการพิจารณาว่าความต้องการมีความแน่นอนหรือไม่นั้น สามารถพิจารณาได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Variability Coefficient: VC)

$$VC = \frac{V(D)}{\bar{d}^2} \tag{2.15}$$

ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.2 แสดงว่าระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะคงที่ มีความเหมาะสมที่จะใช้สูตรปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) สำหรับคำนวณปริมาณการสั่งซื้อ

$$q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \tag{2.36}$$

ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) มีค่ามากกว่า 0.2 แสดงว่าระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะไม่แน่นอน จะใช้วิธีการอื่นๆ ในการคำนวณ ได้แก่ เทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot เทคนิคการสั่งซื้อเป็นช่วง (Periodic Order Quantity: POQ) และเทคนิคการสั่งซื้อแบบ Silver Meal จากนั้นทำการเปรียบเทียบว่าวิธีใดให้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

2. การทดสอบความเหมาะสมของรูปแบบที่จะใช้ EOQ ของสินค้าทั้ง 3 รายการ

การพิจารณาเทคนิคในการคำนวณหาค่าปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของสินค้าทั้ง 3 รายการ จะพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) โดยใช้ข้อมูลดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของสินค้าทั้ง 3 รายการ

	ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้น ขนาด 1"×6"×4" (A)	ชักโครก EC-014-NEW 3/6 ลิตร (B)	ชักโครก MO12 สีขาว (บราโว) (C)
$V(D)$	47.6536	15.4405	0
$\bar{d}$	122.9917	1.3484	1
VC	0.0032	8.4922	0

จากตารางที่ 3.2 จะพบได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) ของไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้นขนาด 1"×6"×4" ชักโครก EC-014-NEW 3/6 ลิตร และชักโครก MO12 สีขาว (บราโว) มีค่าเท่ากับ 0.0032, 8.4922 และ 0 ตามลำดับ

3. การคำนวณหาจุดสั่งซื้อ (Reorder Point: ROP) และระบบสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock: SS)

หลังจากทราบวิธีการสั่งซื้อสินค้าทั้ง 3 รายการว่าควรจะสั่งซื้อเป็นจำนวนเท่าใดแล้วจะทำการพิจารณาว่าจะสั่งซื้อสินค้าเมื่อใด โดยจะแบ่งการพิจารณาจุดสั่งซื้อออกเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 เป็นกรณีที่มีความแน่นอนทั้งความต้องการใช้สินค้า และช่วงเวลานำ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของบริษัท

$$ROP = (\bar{d})(LT)$$

โดย ROP คือ จุดสั่งซื้อ (Reorder Point)

$\bar{d}$ คือ ค่าเฉลี่ยความต้องการของลูกค้า

LT คือ เวลานำ (Lead Time)

กรณีที่ 2 เป็นกรณีที่มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น ซึ่งอาจมาจากสาเหตุของความต้องการใช้สินค้าของบริษัทหรืออาจจะมาจากความไม่แน่นอนจากช่วงเวลาของการจัดส่งจากผู้จัดส่งสินค้า ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องมีสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock: SS) ไว้จำนวนหนึ่งเพื่อรองรับความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขั้นนี้จะคำนวณหาปริมาณสินค้าคงคลังสำรองที่ควรจัดเตรียมไว้ภายใต้สมมติฐานว่าช่วงเวลานำคงที่ แต่อัตราการใช้หรือความต้องการของลูกค้ามีความแปรปรวน โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$ROP = (\bar{d})(LT) + Z\sigma_d\sqrt{LT} \text{ โดยที่ } SS = Z\sigma_d\sqrt{LT}$$

โดย ROP คือ จุดสั่งซื้อ (Reorder Point)

SS คือ ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock)

$\bar{d}$ คือ ความต้องการเฉลี่ยของลูกค้า

LT คือ เวลานำ (Lead Time)

Z คือ ค่าที่ได้จากการอ่านตารางการแจกแจงปกติ ณ ระดับการให้บริการ (Service Level)

σ_d คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการหรืออัตราการใช้ต่อหน่วยเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในบทนี้จะนำเสนอ ผลการวิจัยโดยเริ่มจากการการจัดกลุ่มสินค้าเป็นหมวด ABC เพื่อจำแนกรายการในคงคลังออกเป็นแต่ละประเภทโดยพิจารณาปริมาณและมูลค่าของรายการในคงคลังแต่ละรายการเป็นเกณฑ์ จากนั้นเลือกสินค้าที่เป็นตัวแทนของสินค้าในหมวด ABC พยากรณ์ปริมาณยอดขายสินค้าทั้ง 3 ชนิด โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ จากนั้นนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาวิเคราะห์จัดการสินค้าคงคลัง ข้อมูลการดำเนินการเกี่ยวกับสินค้าคงคลังในปัจจุบัน โดยกำหนดรูปแบบการสั่งซื้อวัตถุดิบที่เหมาะสมและเปรียบเทียบต้นทุนในการดำเนินการเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มสินค้าเป็นหมวด ABC

เมื่อจัดกลุ่มสินค้าเป็นหมวด ABC จะทำการเลือกสินค้าจากหมวด A หมวด B และหมวด C มาอย่างละ 1 รายการ ตามรายการสินค้าที่ทางบริษัทให้ข้อมูลมาทั้งสิ้น 50 รายการ (รายละเอียดในภาคผนวก ข.) เพื่อเป็นตัวแทนสินค้าในหมวดนั้นๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณและมูลค่าของรายการในคงคลังแต่ละรายการพบว่าสินค้าชนิด A มีจำนวน 20 รายการคิดเป็นมูลค่าร้อยละ 70.4289 ซึ่งรายการสินค้าที่เราเลือกมาจากกลุ่ม A คือ ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้น "1x"6x4 สินค้าชนิด B มีจำนวน 12 รายการ คิดเป็นมูลค่าร้อยละ 20.5118 ซึ่งรายการสินค้าที่เราเลือกมาจากกลุ่ม B คือ ชักโครก EC - 014NEW 6/3 ลิตร และสินค้าชนิด C มีจำนวน 7 รายการ คิดเป็นมูลค่าร้อยละ 9.0592 ซึ่งรายการสินค้าที่เราเลือกมาจากกลุ่ม C คือ ชักโครก MO12 สีขาว (บราโว)

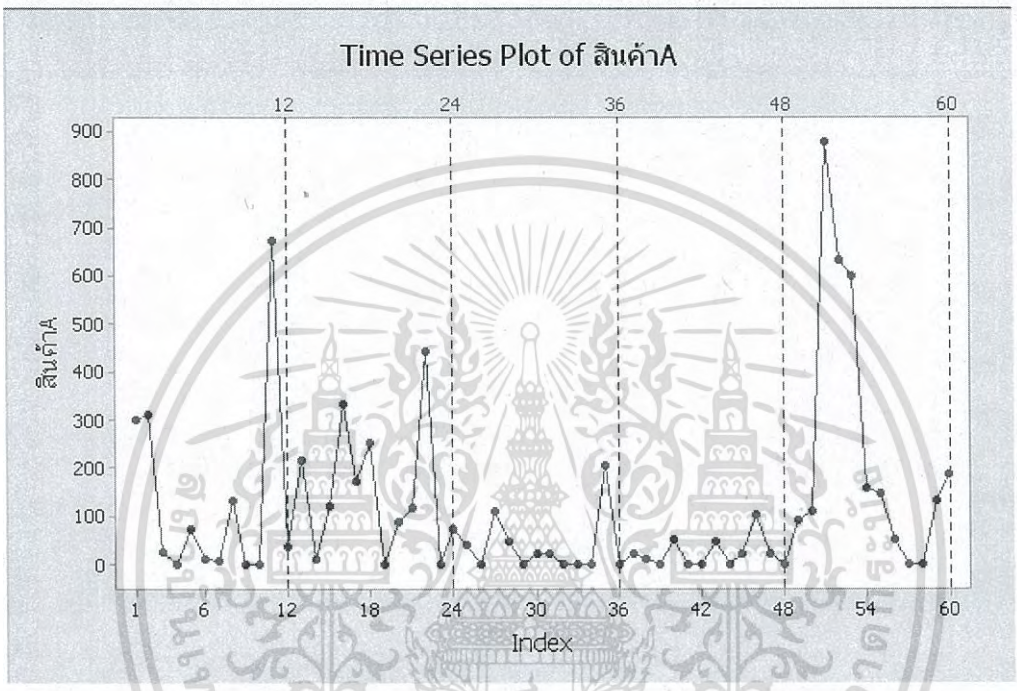
4.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายสินค้าทั้ง 3 ชนิด คือ สินค้า A (ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้นขนาด 1"x6"x4) สินค้า B (ชักโครก EC-014-NEW 3/6 ลิตร) และสินค้า C (ชักโครก MO12 สีขาว: บราโว) เพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุดซึ่งเปรียบเทียบเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ 2 วิธี คือวิธีการปรับเรียบและวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ็อกซ์และเจนกินส์โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือตัวแบบที่มีค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) ต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ยอดขายสินค้า A

อนุกรมเวลารายเดือนของยอดขายสินค้า A $\{Y_t\}$ มีขนาด 60 หน่วย โดยเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจะแสดงในรูปที่ 4.1 แสดงปริมาณยอดขายสินค้า A



รูปที่ 4.1 ปริมาณยอดขายสินค้า A ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

4.2.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลากรณีข้อมูลไม่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล

จากรูปที่ 4.1 ไม่สามารถบอกได้อย่างชัดเจนว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มหรืออิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องหรือไม่ จึงทำการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ เพื่อเลือกใช้วิธีในการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลทั้ง 2 วิธี นั่นคือ วิธีแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ หากข้อมูลมีการแจกแจงปกติจะใช้การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์ แต่ในกรณีนี้พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาไม่ได้มีการแจกแจงปกติ (รายละเอียดในภาคผนวก ค.) ดังนั้นจึงใช้การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ และผลที่ได้จากการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้าชุดนี้ไม่มีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง (รายละเอียดในภาคผนวก ง.-จ.) ดังนั้นในการพยากรณ์จะเลือกใช้วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Method) วิธีการพยากรณ์แบบวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average Method) และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย (Single Exponential Smoothing Method) นำมาเปรียบเทียบการวิเคราะห์ทั้ง 3 รูปแบบ ดังนี้

1. วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Method)

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย จะใช้ค่าสังเกตทั้งหมดในการหาค่าพยากรณ์โดยใช้จำนวนช่วงเวลาในค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ต้องการ โดยผู้จัดทำงานวิจัยได้ใช้ช่วงเวลาในค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เริ่มจาก 2 เดือนจนถึง 6 เดือนได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 เทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายจำนวน 2, 3, 4, 5 และ 6 ค่า และค่า MSE สำหรับยอดขายสินค้า A

ช่วงเวลาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (SMA)	MSE
SMA 2 ค่า	36,428.2328*
SMA 3 ค่า	39,586.5731
SMA 4 ค่า	40,551.5346
SMA 5 ค่า	40,599.2364
SMA 6 ค่า	41,023.5854

จากตารางที่ 4.1 พบว่าช่วงเวลาในค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่เหมาะสมคือ 2 เดือน เนื่องจากมีค่า MSE ต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 36,428.2328 และมีค่าพยากรณ์เท่ากับ 157.5 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ฉ-1)

2. วิธีการพยากรณ์แบบวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average Method)

วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักจะเหมือนกับวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย จะต่างกันเพียงน้ำหนักที่ให้กับแต่ละค่าสังเกตต่างกัน ซึ่ง W_i เป็นค่าถ่วงน้ำหนักซึ่ง $\sum W_i = 1$ สำหรับอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A จะทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก 2 ช่วงเวลาคือ W_1 และ W_2 ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า MSE จากการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก 2 ช่วงเวลา

W_1	W_2	MSE
0.1	0.9	46,393.13*
0.09	0.91	46,820.58
0.08	0.92	47,256.72
0.01	0.990	50,553.31
0.001	0.999	51,008.09

จากตารางที่ 4.2 พบว่าน้ำหนักที่เหมาะสมคือ $W_1 = 0.1$ และ $W_2 = 0.9$ เนื่องจากมีค่า MSE ต่ำสุดโดยมีค่าเท่ากับ 46,393.13 และมีค่าพยากรณ์เท่ากับ 5.135 (รายละเอียดในตารางที่ ฉ-2)

3. วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย (Single Exponential Smoothing Method)

จากการวิเคราะห์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย จะพิจารณาค่าปรับน้ำหนัก (α) ที่เหมาะสมจะได้จากการหา α ที่ทำให้ MSE มีค่าต่ำที่สุดสำหรับการหาค่าปรับ น้ำหนักที่เหมาะสมในที่นี้ จะกำหนดค่าเริ่มต้นเป็นค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา นั่นคือ $\hat{Y}_{init} = \hat{Y}_1 = 117.2502$ แล้วใช้ Solver - Excel ในการกำหนดค่า ระหว่าง 0 ถึง 1 เพื่อทำให้ค่า MSE มีค่าต่ำสุดสำหรับข้อมูลความต้องการสินค้า A ซึ่งได้ค่า $\alpha = 0.000001$ ทำให้ค่า $MSE = 33,835.18$ และมีค่าพยากรณ์เท่ากับ 117.25 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ฉ-3)

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่า MSE จากการพยากรณ์ยอดขายสินค้า A ทั้ง 3 วิธีคือ วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Method) วิธีการพยากรณ์แบบวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average Method) และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย (Single Exponential Smoothing Method)

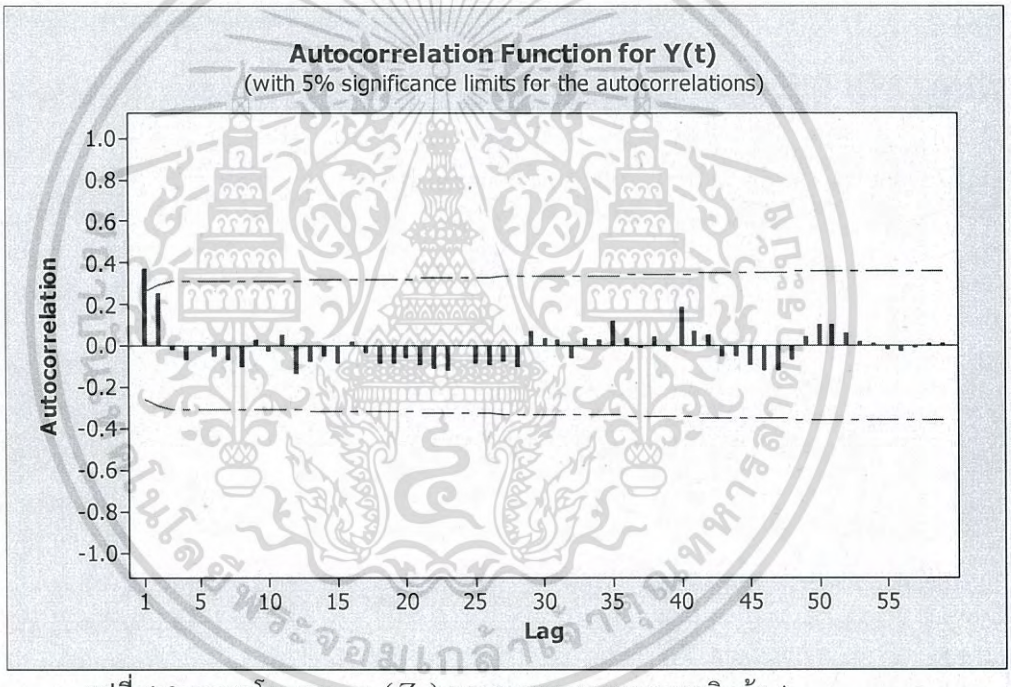
วิธีในการพยากรณ์	MSE
วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย SME 2 ค่า	36,428.2328
วิธีการพยากรณ์แบบวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก	46,393.13
วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย	33,835.18*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 พบว่าวิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์ยอดขายสินค้า A คือ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย เนื่องจากมีค่า MSE ต่ำสุดโดยมีค่าเท่ากับ 33,835.18

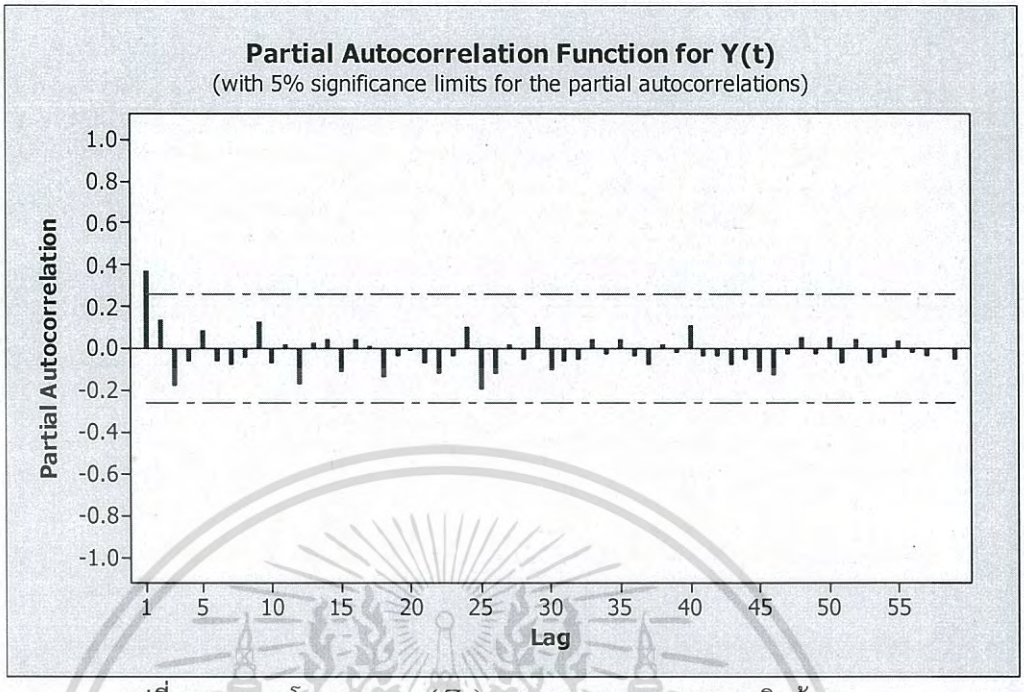
4.2.1.2 การพยากรณ์วิธี Box and Jenkins ของสินค้า A

วิธีการพยากรณ์บ๊อกและเจนกิ้นส์จำเป็นต้องตรวจสอบความเป็นสเตชันนารีเสียก่อน จากรูปที่ 4.2 และ 4.3 แสดงคอเรลโลแกรม $r_k(Z_t)$ และคอเรลโลแกรม $r_{kk}(Z_t)$ ของสินค้า A พบว่าสินค้า A ไม่มีแนวโน้มและฤดูกาล นั่นคือสินค้า A จึงมีความสเตชันนารี นอกจากการดูคอเรลโลแกรม $r_k(Z_t)$ และคอเรลโลแกรม $r_{kk}(Z_t)$ ยังสามารถใช้วิธี Unit Root เพื่อตรวจสอบความเป็นสเตชันนารี



รูปที่ 4.2 คอเรลโลแกรม $r_k(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 คอเรลโลแกรม $r_{kk}(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A

1. ทดสอบ Unit Root ของข้อมูลรายเดือนของสินค้า A

ในการทดสอบความเป็น Stationary ของข้อมูลโดยการเปรียบเทียบกับค่าสถิติ ADF กับค่า MacKinnon Critical Value ที่รับ 5% โดยที่ถ้าค่า ADF (หรือ t-statistic) มีค่ามากกว่า MacKinnon Critical Value จะเป็นการยอมรับสมมติฐานหลัก ซึ่งหมายถึง ข้อมูลที่ลักษณะไม่นิ่ง (Non-Stationary) ซึ่งแก้ไขด้วยการทำ Differencing ลำดับต่างๆ จนกว่าข้อมูลอนุกรมเวลาจะมีลักษณะนิ่ง (Stationary) พบว่าสินค้าชนิด A มีความเป็น Stationary ดังตารางที่ 4.4 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ฒ-1)

การคำนวณค่าสถิติของการทดสอบความเป็น Stationary ของสินค้า A ด้วยวิธี Unit Root มีสมมติฐานดังนี้

H_0: ข้อมูลมีลักษณะเป็น Unit Root (Non-Stationary)

H_1: ข้อมูลมีลักษณะไม่เป็น Unit Root (Stationary)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความเป็น Stationary ด้วยวิธี Unit Root ของสินค้า A

รายการสินค้า	t-statistics	Critical Value 5%	ผลการทดสอบสมมติฐาน	คุณสมบัติ
สินค้า A	-3.771827	-3.489228	ปฏิเสธ H_0	Stationary

จากตารางที่ 4.4 จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ค่าที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (-3.771827 < -3.489228) จึงทำการปฏิเสธ H_0 แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้าชนิด A มีลักษณะไม่เป็น Unit Root (Stationary)

2. การพยากรณ์วิธี Box and Jenkins ของสินค้า A

เมื่อทำการตรวจสอบลักษณะ Stationary ของสินค้า A ด้วยวิธี Unit Root แล้ว จะนำข้อมูลมาพยากรณ์ด้วยวิธี Box and Jenkins พบว่าเมื่อปรับตัวแบบแล้วจะได้สมการพยากรณ์ใหม่ซึ่งเป็นตัวแบบที่เหมาะสมคือ AR(1) ได้สมการดังตารางที่ 4.5 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ณ-1 ถึงณ-2)

ตารางที่ 4.5 รูปแบบสมการพยากรณ์ AR(1) และสมการพยากรณ์สินค้า A

รูปแบบของสมการพยากรณ์ AR(1)	สมการพยากรณ์สินค้า A
$\hat{Y}_t(l) = \hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 Y_t \quad , l = 1$	$\hat{Y}_t(l) = 74.74 + 0.3757 Y_t \quad , l = 1$
$\hat{Y}_t(l) = \hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 Y_t(l-1) \ , l \geq 2$	$\hat{Y}_t(l) = 74.74 + 0.3757 Y_t(l-1) \ , l \geq 2$

4.2.1.3 การพยากรณ์ข้อมูลยอดขายสินค้า A ขนาด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559

ตารางที่ 4.6 เทคนิคการพยากรณ์ ค่า MSE สำหรับข้อมูลยอดขายสินค้า A

วิธีการพยากรณ์	MSE
วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย	33,835.18
วิธี Box-Jenkins รูปแบบ AR(1)	9,509.947*

จากตารางที่ 4.6 สรุปได้ว่าวิธีการเหมาะสมในการพยากรณ์ของสินค้า A คือวิธีการ Box-Jenkinsรูปแบบ AR(1) ได้ผลการพยากรณ์ดังตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

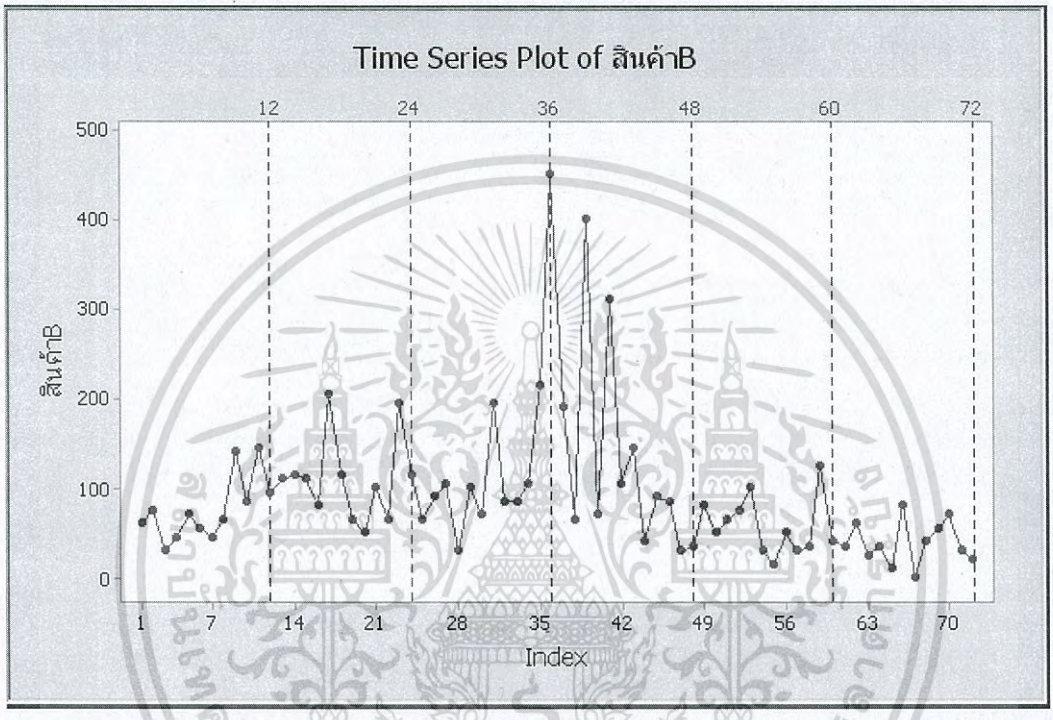
ตารางที่ 4.7 ค่าพยากรณ์แบบจุด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าของยอดขายสินค้า A ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559

เดือน	ค่าพยากรณ์
มกราคม	145
กุมภาพันธ์	129
มีนาคม	124
เมษายน	122
พฤษภาคม	121
มิถุนายน	120
กรกฎาคม	120
สิงหาคม	120
กันยายน	120
ตุลาคม	120
พฤศจิกายน	120
ธันวาคม	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ยอดขายสินค้า B

อนุกรมเวลารายเดือนของยอดขายสินค้า B $\{Y_t\}$ มีขนาด 72 หน่วย โดยเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจะแสดงในรูปที่ 4.4 แสดงปริมาณยอดขายสินค้า B



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงข้อมูลปริมาณยอดขายสินค้า B ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 จนถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

4.2.2.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลากรณีข้อมูลมีแนวโน้มแต่ไม่มีอิทธิพลฤดูกาล

จากรูปที่ 4.4 ไม่สามารถบอกได้อย่างชัดเจนว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มหรืออิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องหรือไม่ จึงทำการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ เพื่อเลือกใช้วิธีในการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลทั้ง 2 วิธี นั่นคือ วิธีแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ หากข้อมูลมีการแจกแจงปกติจะใช้การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์ แต่ในกรณีนี้พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาไม่ได้มีการแจกแจงปกติ (รายละเอียดในภาคผนวก ช.) ดังนั้นจึงใช้การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ และผลที่ได้จากการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้าชุดนี้มีแนวโน้มและไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง (รายละเอียดในภาคผนวก ซ.-ณ.) จึงทำการหารูปแบบแนวโน้มของข้อมูลชุดนี้ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.8 ค่า MSE ที่ได้จากการคำนวณสมการแนวโน้ม 2 แบบ

รูปแบบแนวโน้ม	MSE
เส้นตรง	5,831.12
ควอดราติก	4,854.82*

จากตารางที่ 4.8 แนวโน้มแบบควอดราติกมีค่า MSE ต่ำที่สุดซึ่งเท่ากับ 534.506238 ดังนั้นอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B จึงมีแนวโน้มแบบควอดราติก ดังนั้นในการพยากรณ์จะเลือกใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ล (Triple Exponential Smoothing Method) โดยเริ่มจากการนำข้อมูลทั้งหมด 72 หน่วยไปหาแนวโน้มควอดราติกได้สมการดังนี้

$$\hat{T}_t = 46.1 + 5.14t - 0.0809t^2$$

แล้วนำสมการแนวโน้มควอดราติกไปหาค่าเริ่มต้นของวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริปเปิ้ลและทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริปเปิ้ลทั้งหมดจำนวน 72 ค่า จากนั้นในขั้นตอนต่อไปเราจะใช้เครื่องมือ Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการค้นหาค่าปรับน้ำหนักที่อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โดยเป็นค่าปรับน้ำหนักที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) มีค่าน้อยที่สุดและหลังจากการคำนวณด้วยเครื่องมือ Solver เราจะได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่มีค่าต่ำสุดคือ $MSE = 534.506238$ และค่าปรับน้ำหนักคือ $\alpha = 0.380755$ ดังนั้นจะทำการคำนวณสมการพยากรณ์เพื่อนำไปหาค่าพยากรณ์ยอดขายสินค้าชนิด B ขนาด 12 หน่วยล่วงหน้าตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 (รายละเอียดในภาคผนวก ญ.) ซึ่งสามารถเขียนสมการพยากรณ์ในเทอมของ A_t , A_t' และ A_t'' จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{Y}_{72+p}(72) =$$

$$\begin{cases} (6(1\text{-}0.380755)^2 + (6-(5\times 0.380755))0.380755p + 0.380755^2 p^2)(\dfrac{34.921944}{2(1\text{-}0.380755)^2}) \\ -(6(1\text{-}0.380755)^2 + 2(5-(4\times 0.380755))0.380755p + 2(0.380755)^2 p^2)(\dfrac{40.43141}{2(1\text{-}0.380755)^2}) \\ +(2(1\text{-}0.380755)^2 + (4-(3\times 0.380755))0.380755p + 0.380755^2 p^2)(\dfrac{41.430477}{2(1\text{-}0.380755)^2}) \end{cases}$$

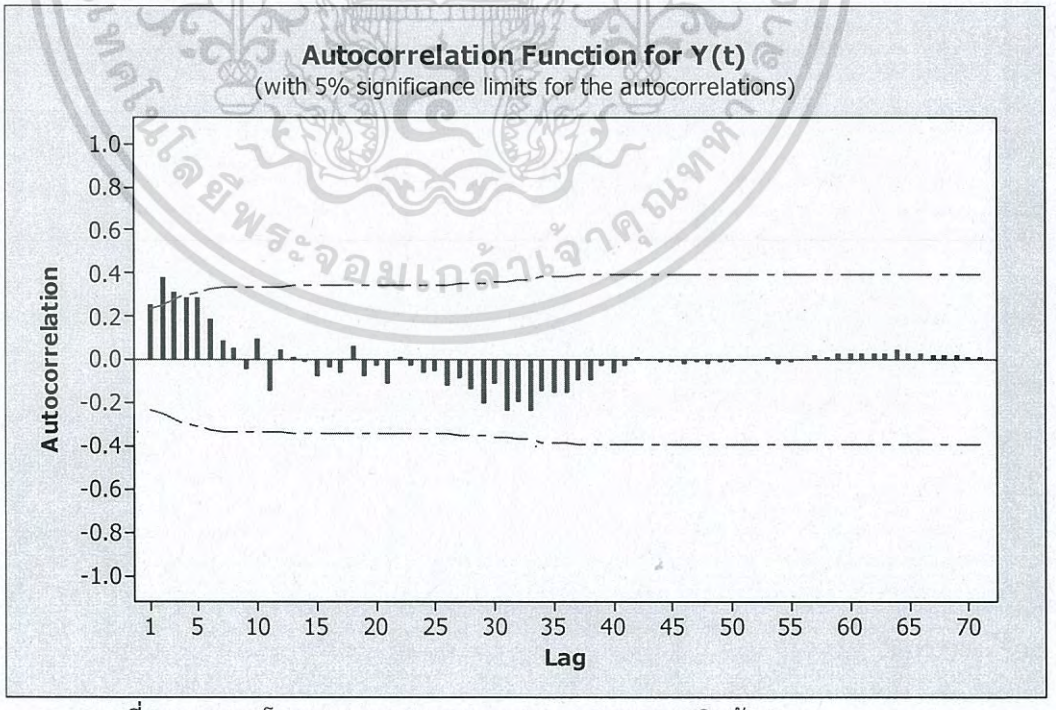
$$\hat{Y}_{72+p}(72) = 24.9021 - 9.7868p - 0.8526p^2$$

(*origin* เดือนธันวาคมปี 2558, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับค่า p= 1, 2, ... เมื่อ p = ช่วงเวลาการพยากรณ์ล่วงหน้า p หน่วยเวลา

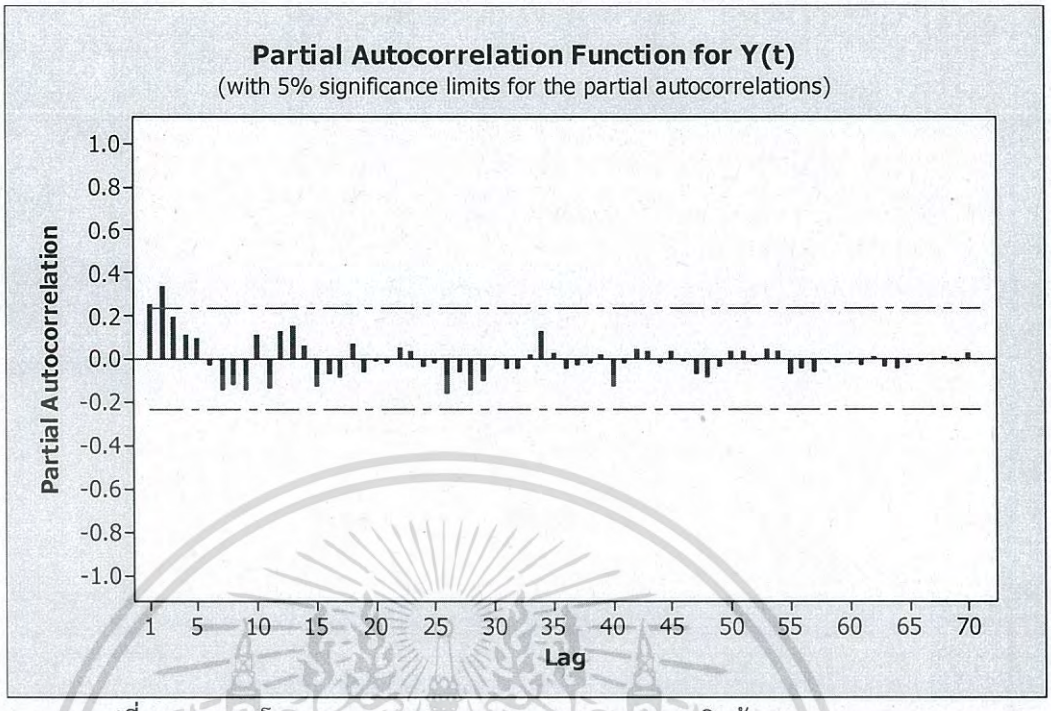
4.2.2.2 การพยากรณ์วิธี Box and Jenkins ของสินค้า B

วิธีการพยากรณ์บ๊อกและเจนกิ้นส์จำเป็นต้องตรวจสอบความเป็นสเตชันนารีเสียก่อน จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 แสดงคอเรลโลแกรม $r_k(Z_t)$ และคอเรลโลแกรม $r_{kk}(Z_t)$ ของสินค้า B พบว่าสินค้า B ไม่มีแนวโน้มแต่อาจมีฤดูกาล ดังนั้นจึงใช้วิธี Unit Root เพื่อมาตรวจสอบความเป็นสเตชันนารีของสินค้า B



รูปที่ 4.5 คอเรลโลแกรม $r_k(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 คอเรลโลแกรม $r_{kk}(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B

1. ทดสอบ Unit Root ของข้อมูลรายเดือนของสินค้า B

ในการทดสอบความเป็น Stationary ของข้อมูลโดยการเปรียบเทียบกับค่าสถิติ ADF กับค่า MacKinnon Critical Value ที่รับ 5% โดยที่ถ้าค่า ADF (หรือ t-statistic) มีค่ามากกว่า MacKinnon Critical Value จะเป็นการยอมรับสมมติฐานหลัก ซึ่งหมายถึง ข้อมูลที่ลักษณะไม่นิ่ง (Non-Stationary) ซึ่งแก้ไขด้วยการทำ Differencing ลำดับต่างๆ จนกว่าข้อมูลอนุกรมเวลาจะมีลักษณะนิ่ง (Stationary) พบว่าสินค้า B มีความเป็น Stationary ดังตารางที่ 4.9 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ฒ-2)

การคำนวณค่าสถิติของการทดสอบความเป็น Stationary ของสินค้า B ด้วยวิธี Unit Root มีสมมติฐานดังนี้

H_0: ข้อมูลมีลักษณะเป็น Unit Root (Non-Stationary)

H_1: ข้อมูลมีลักษณะไม่เป็น Unit Root (Stationary)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความเป็น Stationary ด้วยวิธี Unit Root ของสินค้า B

รายการสินค้า	t-statistic	Critical Value 5%	ผลการทดสอบสมมติฐาน	คุณสมบัติ
สินค้า B	-6.594430	-3.474363	ปฏิเสธ H_0	Stationary

จากตารางที่ 4.9 จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ค่าที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (-6.594430 < -3.474363) จึงทำการปฏิเสธ H_0 แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B มีลักษณะไม่เป็น Unit Root (Stationary)

2. การพยากรณ์วิธี Box and Jenkins ของสินค้า B

เมื่อทำการตรวจสอบลักษณะ Stationary ของสินค้า B ด้วยวิธี Unit Root แล้ว จะนำข้อมูลมาพยากรณ์ด้วยวิธี Box and Jenkins พบว่าเมื่อปรับตัวแบบแล้วจะได้สมการพยากรณ์ใหม่ซึ่งเป็นตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARMA(2,2) ได้สมการดังตารางที่ 4.10 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ณ-3 ถึง ณ-10)

ตารางที่ 4.10 รูปแบบสมการพยากรณ์ ARMA(2,2) และสมการพยากรณ์สินค้า B

รูปแบบของสมการพยากรณ์ ARMA(2,2)	สมการพยากรณ์สินค้า B
$\hat{Y}_t(l) = \hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 Y_t + \hat{\phi}_2 Y_{t-1} - \hat{\theta}_1 e_t - \hat{\theta}_2 e_{t-1}, l = 1$ $\hat{Y}_t(l) = \hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 Y_t(l-1) + \hat{\phi}_2 Y_t - \hat{\theta}_2 e_t, l = 2$ $\hat{Y}_t(l) = \hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 Y_t(l-1) + \hat{\phi}_2 Y_t(l-2), l \geq 3$	$\hat{Y}_t(l) = 17.61 + 1.46 Y_t - 0.64 Y_{t-1} - 1.54 e_t + 0.92 e_{t-1}, l = 1$ $\hat{Y}_t(l) = 17.61 + 1.46 Y_t(l-1) + 0.64 Y_t - 0.92 e_t, l = 2$ $\hat{Y}_t(l) = 17.61 + 1.46 Y_t(l-1) + 0.64 Y_t(l-2), l \geq 3$

4.2.2.3 การพยากรณ์ข้อมูลยอดขายสินค้า B ขนาด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559

ตารางที่ 4.11 เทคนิคการพยากรณ์ ค่า MSE สำหรับข้อมูลยอดขายสินค้า B

วิธีการพยากรณ์	MSE
วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ล	534.506238*
วิธี Box-Jenkins รูปแบบ ARMA(2,2)	7,869.306

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.11 สรุปได้ว่าวิธีการเหมาะสมในการพยากรณ์ของสินค้า B คือวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ล โดยมี $\alpha = 0.380755$ ได้ผลการพยากรณ์ดังตารางที่ 4.12

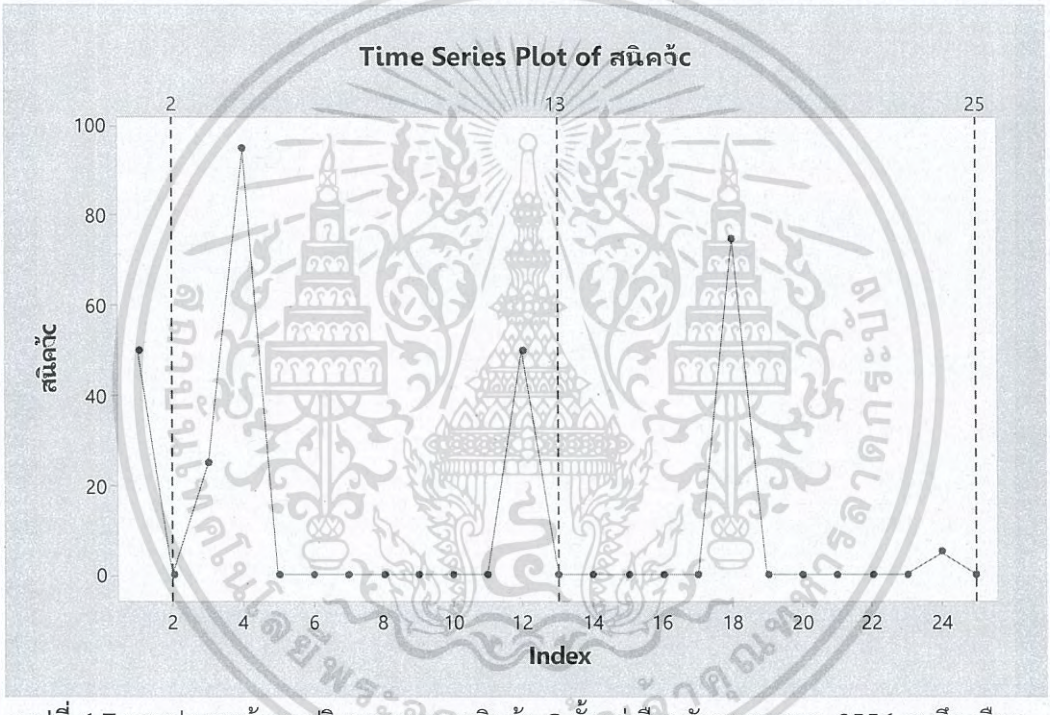
ตารางที่ 4.12 ค่าพยากรณ์แบบจุด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าของยอดขายสินค้า B ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559

เดือน	ค่าพยากรณ์
มกราคม	15
กุมภาพันธ์	2
มีนาคม	0
เมษายน	0
พฤษภาคม	0
มิถุนายน	0
กรกฎาคม	0
สิงหาคม	0
กันยายน	0
ตุลาคม	0
พฤศจิกายน	0
ธันวาคม	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ยอดขายสินค้า C

เนื่องจากข้อมูลยอดขายสินค้า C ในช่วงปี พ.ศ. 2551 จนถึง พ.ศ. 2556 มียอดขายเพียงครั้งเดียวคือเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 และเริ่มมียอดขายอีกครั้งคือเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 เมื่อต้องนำข้อมูลมาพยากรณ์ยอดขายจึงไม่พิจารณาข้อมูลในช่วง พ.ศ. 2551 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 ดังนั้นอนุกรมเวลารายเดือนของยอดขายสินค้า C $\{Y_t\}$ จะมีขนาด 25 หน่วย โดยเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจะแสดงในรูปที่ 4.7 แสดงปริมาณยอดขายสินค้า C



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงข้อมูลปริมาณยอดขายสินค้า C ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จนถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

4.2.3.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลากรณีข้อมูลไม่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล

จากรูปที่ 4.7 ไม่สามารถบอกได้อย่างชัดเจนว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มหรืออิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องหรือไม่ จึงทำการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ เพื่อเลือกใช้วิธีในการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลทั้ง 2 วิธี นั่นคือ วิธีแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ หากข้อมูลมีการแจกแจงปกติจะใช้การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์ แต่ในกรณีนี้พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาไม่ได้มีการแจกแจงปกติ (รายละเอียดในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฎ.) ดังนั้นจึงใช้การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ และผลที่ได้จากการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้าชุดนี้ไม่มีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง (รายละเอียดในภาคผนวก ฏ.-ฐ.) ดังนั้นในการพยากรณ์จะเลือกใช้วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Method) วิธีการพยากรณ์แบบวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average Method) และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย (Single Exponential Smoothing Method) นำมาเปรียบเทียบการวิเคราะห์ทั้ง 3 รูปแบบดังนี้

1. วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Method)

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย จะใช้ค่าสังเกตทั้งหมดในการหาค่าพยากรณ์โดยใช้จำนวนช่วงเวลาในค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ต้องการ โดยผู้จัดทำงานวิจัยได้ใช้ช่วงเวลาในค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เริ่มจาก 2 เดือนจนถึง 6 เดือนได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.13 เทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายจำนวน 2, 3, 4, 5 และ 6 ค่า และค่า MSE สำหรับยอดขายสินค้า C

ช่วงเวลาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (SMA)	MSE
SMA 2 ค่า	1,081.793
SMA 3 ค่า	907.4495
SMA 4 ค่า	437.4286
SMA 5 ค่า	622.25
SMA 6 ค่า	128.0175*

จากตารางที่ 4.13 พบว่าช่วงเวลาในค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่เหมาะสมคือ 6 เดือน เนื่องจากมีค่า MSE ต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 128.0175 และมีค่าพยากรณ์เท่ากับ 1 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ฑ-1)

2. วิธีการพยากรณ์แบบวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average Method)

วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักจะเหมือนกับวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย จะต่างกันเพียงน้ำหนักที่ให้กับแต่ละค่าสังเกตต่างกัน ซึ่ง W_i เป็นค่าถ่วงน้ำหนักซึ่ง $\sum W_i = 1$ สำหรับอนุกรมเวลายอดขายสินค้า C จะทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก 2 ช่วงเวลาคือ W_1, W_2, W_3,..., W_6 พบว่าน้ำหนักที่เหมาะสมคือ $W_1 = 0.05$, $W_2 = 0.3$, $W_3 = 0.1$, $W_4 = 0.2$, $W_5 = 0.15$ และ $W_6 = 0.2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากมีค่า MSE ต่ำสุดโดยมีค่าเท่ากับ 527.1086 และมีค่าพยากรณ์เท่ากับ 2 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ฑ-2)

3. วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย (Single Exponential Smoothing Method)

จากการวิเคราะห์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย จะพิจารณาค่าปรับน้ำหนัก (α) ที่เหมาะสมจะได้จากการหา α ที่ทำให้ MSE มีค่าต่ำที่สุดสำหรับการหาค่าปรับน้ำหนักที่เหมาะสมในที่นี้ จะกำหนดค่าเริ่มต้นเป็นค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา นั่นคือ $\widehat{Y}_{init} = \widehat{Y}_1 = 12$ แล้วใช้ Solver - Excel ในการกำหนดค่า ระหว่าง 0 ถึง 1 เพื่อทำให้ค่า MSE มีค่าต่ำสุดสำหรับข้อมูลความต้องการสินค้า C ซึ่งได้ค่า $\alpha = 0.001$ ทำให้ค่า $MSE = 668.6649$ และมีค่าพยากรณ์เท่ากับ 12 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ฑ-3)

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบค่า MSE จากการพยากรณ์ยอดขายสินค้า C ทั้ง 3 วิธีคือ วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Method) วิธีการพยากรณ์แบบวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average Method) และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย (Single Exponential Smoothing Method)

วิธีในการพยากรณ์	MSE
วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย SME 6 ค่า	128.0175*
วิธีการพยากรณ์แบบวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก	527.1086
วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย	668.6649

จากตารางที่ 4.14 พบว่าวิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์ยอดขายสินค้า C คือ วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย SME 6 ค่า เนื่องจากมีค่า MSE ต่ำสุดโดยมีค่าเท่ากับ 128.0175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 การพยากรณ์ข้อมูลยอดขายสินค้า C ขนาด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559

ตารางที่ 4.15 ค่าพยากรณ์แบบจุด 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าของยอดขายสินค้า C ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559

เดือน	ค่าพยากรณ์
มกราคม	1
กุมภาพันธ์	1
มีนาคม	1
เมษายน	1
พฤษภาคม	1
มิถุนายน	1
กรกฎาคม	1
สิงหาคม	1
กันยายน	1
ตุลาคม	1
พฤศจิกายน	1
ธันวาคม	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การจัดการสินค้าคงคลัง

ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับการจัดการสินค้าคงคลังครั้งนี้ คณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษจะทำการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบความต้องการของสินค้าทั้ง 3 รายการว่ามีความเหมาะสมที่ประยุกต์ใช้เทคนิคที่จะใช้สูตรปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (EOQ) หรือไม่ หากไม่มีความเหมาะสมที่จะใช้สูตรปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (EOQ) เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) ของปริมาณการสั่งซื้อสินค้าแต่ละรายการมีค่ามากกว่า 0.20 จะประยุกต์ใช้วิธีการอื่นๆ ในการคำนวณ คือ

1. เทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot
2. เทคนิคการสั่งซื้อเป็นช่วง (POQ)
3. เทคนิคการสั่งซื้อแบบ Silver Meal

ซึ่งการคำนวณหารูปแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม จะพิจารณาเลือกเทคนิคใดเทคนิคหนึ่งจาก 1 ใน 3 เทคนิคที่กล่าวไปข้างต้นนี้ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด รวมทั้งจะพิจารณาหาจุดสั่งซื้อ (Reorder Point: ROP) และระบบสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock: SS) สำหรับสินค้าทั้ง 3 รายการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลัง

สำหรับค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังของบริษัทกรณีศึกษาจะประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา ซึ่งจะไม่รวมค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลน เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษามีนโยบายที่จะเก็บสินค้าคงคลังไว้ให้เพียงพอจำหน่ายตลอดเวลา ซึ่งค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อจะคำนวณได้จากจำนวนการสั่งซื้อสินค้า ตารางที่ 4.16 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้า โดยจากการคำนวณพบว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้าจะมีค่ารวม 901,000 บาท/ปี และตารางที่ 4.17 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า โดยจากการคำนวณพบว่าค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษามีค่าใช้จ่ายรวม 890,000 บาท/ปี

4.3.1.1 ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบริษัทกรณีศึกษา จำนวน 2,958 รายการใบสั่งซื้อสามารถสรุปรายการค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ แสดงได้ดังตารางที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 การกำหนดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (บาท/คำสั่งซื้อ)

ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (ต่อปี)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี)
ค่าโทรศัพท์ในการติดต่อสั่งซื้อสินค้า	26,000
เงินเดือนพนักงานแผนกจัดซื้อ	840,000
ค่าใช้จ่ายอื่นๆในการสั่งซื้อ	35,000
รวม	**901,000**

ซึ่งรวมเป็นค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อในปี 2558 เป็นเงิน 901,000 บาท/ปี และจำนวนคำสั่งซื้อในปี 2558 ทั้งหมด 2,958 คำสั่งซื้อ/ปี

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายการสั่งซื้อ = 901,000/2,958

= 304.60 บาท/คำสั่งซื้อ

โดยปกติ 1 คำสั่งซื้อจะสั่งสินค้าจำนวน 10 รายการ

เพราะฉะนั้นค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อของสินค้า 1 รายการ = 304.60/10

= 30.46 บาท/คำสั่งซื้อ/รายการ

4.3.1.2 ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบริษัทกรณีศึกษา สามารถสรุปรายการค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาโดยรวมต่อปี แสดงได้ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 การกำหนดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/ปี)

ค่าใช้จ่ายในการรักษา (ต่อปี)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี)
เงินเดือนพนักงานคลังสินค้าทั้งหมด	550,000
ค่าบำรุงและซ่อมแซมอุปกรณ์คลังสินค้าและสินค้าคงคลัง	50,000
ค่าไฟฟ้า	20,000
ค่าประกันภัยคลังสินค้า	200,000
ค่าภาษีและการประกันภัยสินค้าคงคลัง	70,000
รวม	**890,000**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาเป็นดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณพื้นที่ของสินค้าทั้ง 3 รายการเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

ซึ่งมีพื้นที่ในสินค้าคงคลังทั้งหมด 3,000 ตารางเมตร ดังนั้น พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าทั้ง 3 รายการเป็นดังนี้

สินค้า A ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บ 60 ตารางเมตร คิดเป็น

(60/3,000) x 100% = 2% ของพื้นที่ทั้งหมด

สินค้า B ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บ 200 ตารางเมตร คิดเป็น

(200/3,000) x 100% = 6.6667% ของพื้นที่ทั้งหมด

สินค้า C ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บ 162 ตารางเมตร คิดเป็น

(162/3,000) x 100% = 5.4% ของพื้นที่ทั้งหมด

ขั้นที่ 2 นำเปอร์เซ็นต์ที่หาได้จากขั้นที่ 1 มาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายทั้งหมด

สินค้า A มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี คิดเป็น

(2/100) x 890,000 = 17,800 บาท/ปี

สินค้า B มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี คิดเป็น

(6.6667/100) x 890,000 = 59,333.63 บาท/ปี

สินค้า C มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี คิดเป็น

(5.4/100) x 890,000 = 48,060 บาท/ปี

ขั้นที่ 3 นำค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อปีของสินค้าแต่ละรายการจากขั้นที่ 2 มาหารปริมาณของสินค้าคงเหลือเฉลี่ยต่อปีของสินค้าแต่ละรายการ

ตารางที่ 4.18 สินค้าคงเหลือของสินค้าแต่ละรายการปี 2557-2558

รายการสินค้า	สินค้าคงเหลือปี 2557 (ชิ้น)	สินค้าคงเหลือปี 2558 (ชิ้น)
ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้น "1x"6x"4	925	195
ชักโครก EC - 014NEW 6/3 ลิตร	345	130
ชักโครก MO12 สีขาว (บราโว)	85	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้า A มีปริมาณสินค้าคงเหลือเฉลี่ย = (สินค้าคงเหลือต้นงวด+สินค้าคงเหลือปลายงวด)/2

สินค้าคงเหลือเฉลี่ยของสินค้ารายการ A $= \frac{925+195}{2} = 560$ ชิ้น

เพราะฉะนั้นสินค้า A มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาคิดเป็น 17,800/560 = 31.79 บาท/ชิ้น/ปี

สินค้า B มีปริมาณสินค้าคงเหลือเฉลี่ย = (สินค้าคงเหลือต้นงวด+สินค้าคงเหลือปลายงวด)/2

สินค้าคงเหลือเฉลี่ยของสินค้ารายการ B $= \frac{345+130}{2} = 237.5$ ชิ้น

เพราะฉะนั้นสินค้า B มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาคิดเป็น 59,333.63/237.5 = 279.83 บาท/ชิ้น/ปี

สินค้า C มีปริมาณสินค้าคงเหลือเฉลี่ย = (สินค้าคงเหลือต้นงวด+สินค้าคงเหลือปลายงวด)/2

สินค้าคงเหลือเฉลี่ยของสินค้ารายการ C $= \frac{85+5}{2} = 45$ ชิ้น

เพราะฉะนั้นสินค้า C มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาคิดเป็น 48,060/45 = 1,068 บาท/ชิ้น/ปี

ดังนั้นจากตารางที่ 4.16 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้า โดยจากการคำนวณพบว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้งจะมีค่าใช้จ่าย 30.46 บาท/คำสั่งซื้อ/รายการ

ตารางที่ 4.19 ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาของสินค้า 3 รายการ

สินค้า	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/ชิ้น/ปี)	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/ชิ้น/เดือน)
A	31.79	2.65
B	279.83	23.32
C	1,068.00	89.00

จากตารางที่ 4.19 แสดงค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาของสินค้าแต่ละรายการ พบว่าสินค้า A มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี 31.79 บาท/ชิ้น สินค้า B มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี 279.83 บาท/ชิ้น และสินค้า C มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี 1,068.00 บาท/ชิ้น ซึ่งจะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาของสินค้า C มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าปกติ เนื่องจากสินค้า C มีสินค้าคงเหลือเฉลี่ยน้อย คือ 45 ชิ้น แต่ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมาก คือ 162 ตารางเมตร จึงทำให้สินค้ามีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม

การพิจารณาหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม เพื่อให้ต้นทุนรวมมีค่าต่ำสุด ทางคณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษจะใช้ข้อมูลจากการพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2559 ที่คำนวณได้จากหัวข้อที่ 4.2 มาทำการพิจารณาหาปริมาณการสั่งซื้อด้วยเทคนิคที่เหมาะสมของสินค้าแต่ละรายการ โดยจะแสดงผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.3.2.1 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของปริมาณความต้องการสินค้า A

เนื่องจากสินค้า A มีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) เท่ากับ 0.0032 (รายละเอียดในตารางที่ ด-1) ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.20 สามารถสรุปได้ว่าระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะคงที่ ดังนั้นมีความเหมาะสมที่จะใช้สูตรปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (EOQ) สำหรับคำนวณปริมาณการสั่งซื้อ แสดงการคำนวณได้ดังนี้

ต้นทุนในการสั่งซื้อ K = 30.46 บาท/คำสั่งซื้อ/รายการ

ต้นทุนในการเก็บรักษา h = 31.79 บาท/ชิ้น/ปี

ปริมาณความต้องการ D = 1,481 ชิ้น/ปี

1. ขนาดประหยัดที่เหมาะสมต่อคำสั่งซื้อในระบบ EOQ หรือ q^*

$$q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} = \sqrt{\frac{2(30.46)(1,481)}{31.79}} = 53.27 \approx 54 \text{ ชิ้น}$$

2. ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดที่ต่ำที่สุดคือ

Total Cost = ต้นทุนการสั่งซื้อ + ต้นทุนการเก็บรักษา

$$TC = \frac{D}{Q}K + \frac{Q}{2}H$$

$$TC = \frac{1,481}{54}(30.46) + \frac{54}{2}(31.79)$$

$$TC = 835.39 + 858.33$$

$$TC = 1,693.72 \text{ บาท}$$

3. จำนวนครั้งในการสั่งซื้อที่ประหยัด (N)

$$N = \frac{D}{q^*} = \frac{1,481}{54} = 27.43 \approx 28 \text{ ครั้งต่อปี}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระยะเวลาในการสั่งแต่ละครั้ง (T)

$$T = \frac{q^*}{D} = \frac{54}{1,481} = 0.04 \text{ ปี}$$

$$T = 0.04x12 = 0.48 \text{ เดือน}$$

ดังนั้นปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของสินค้า A เท่ากับ 54 ชิ้น โดยจำนวนการสั่งซื้อใน 1 ปี เท่ากับ 28 ครั้ง และมีค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำที่สุด 1,693.72 บาท

4.3.2.2 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของปริมาณความต้องการสินค้า B

เนื่องจากสินค้า B มีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) เท่ากับ 8.4922 (รายละเอียดในตารางที่ ด-2) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.20 สามารถสรุปได้ว่าระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะไม่แน่นอน ดังนั้นจะไม่สามารถใช้สูตรปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (EOQ) ได้ แต่จะทำการเปรียบเทียบวิธีที่ทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดของ 3 เทคนิค คือ เทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot เทคนิคการสั่งซื้อเป็นช่วง (POQ) และเทคนิคการสั่งซื้อแบบ Silver Meal เพื่อเลือกเทคนิคที่เหมาะสมที่สุดในการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อ

1. เทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot

เทคนิคการสั่งซื้อสินค้าให้เพียงพอเฉพาะความต้องการในช่วงเวลาเดียว โดยจะไม่มีการเก็บสินค้าไว้ในช่วงเวลาถัดไป การคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายของการจัดการสินค้าคงคลังตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2559 โดยใช้เทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot แสดงได้ดังตารางที่ 4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าและค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้า B โดยเทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot

เดือน	ค่าพยากรณ์แบบจุด (หน่วย)	ปริมาณการสั่งซื้อ (หน่วย)	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (บาท/เดือน)	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/เดือน)
มกราคม 2559	15	15	30.46	0
กุมภาพันธ์2559	2	2	30.46	0
มีนาคม2559	0	0	0	0
เมษายน2559	0	0	0	0
พฤษภาคม2559	0	0	0	0
มิถุนายน2559	0	0	0	0
กรกฎาคม2559	0	0	0	0
สิงหาคม2559	0	0	0	0
กันยายน2559	0	0	0	0
ตุลาคม2559	0	0	0	0
พฤศจิกายน2559	0	0	0	0
ธันวาคม2559	0	0	0	0
รวม	**17**	**17**	**60.92**	**0**

จากตารางที่ 4.20 พบว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อมีค่าเท่ากับ 60.92 บาท/ปี ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 0 บาท/ปี ดังนั้นค่าใช้จ่ายของการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้า B มีค่าเท่ากับ 60.92 บาท/ปี

2. เทคนิคการสั่งซื้อเป็นช่วง (Periodic Order Quantity: POQ)

โดยเทคนิค POQ จะคำนวณหาจำนวนช่วงเวลาที่ควรจะพิจารณาถึงความต้องการที่เกิดขึ้นเพื่อมากำหนดขนาดรุ่น โดยการกำหนดช่วงเวลานั้นจะพิจารณาจากจำนวนช่วงเวลาโดยเฉลี่ยที่ปริมาณ EOQ จะครอบคลุมถึง ซึ่งจำนวนช่วงเวลาโดยเฉลี่ยสามารถคำนวณได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำนวณปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (EOQ)

$$q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} = \sqrt{\frac{2(30.46)(17)}{279.83}} = 1.92 \approx 2 \text{ ชิ้น}$$

2. คำนวณหาปริมาณความต้องการโดยเฉลี่ย

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} = \frac{17}{12} = 1.42$$

3. คำนวณหาจำนวนช่วงเวลาโดยเฉลี่ย

$$N = \frac{EOQ}{\bar{d}} = \frac{2}{1.42} = 1.41 \approx 2 \text{ เดือน}$$

แสดงปริมาณการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายของการจัดการสินค้าคงคลัง โดยใช้เทคนิคการสั่งซื้อเป็นช่วง ดังตารางที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าและค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้า B โดยเทคนิคการสั่งซื้อเป็นช่วง (POQ)

เดือน	ค่าพยากรณ์แบบจุด(หน่วย)	ปริมาณการสั่งซื้อ(หน่วย)	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ(บาท/เดือน)	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา(บาท/เดือน)
มกราคม 2559	15	17	30.46	559.66
กุมภาพันธ์ 2559	2		0	0
มีนาคม 2559	0	0	0	0
เมษายน 2559	0		0	0
พฤษภาคม 2559	0	0	0	0
มิถุนายน 2559	0		0	0
กรกฎาคม 2559	0	0	0	0
สิงหาคม 2559	0		0	0
กันยายน 2559	0	0	0	0
ตุลาคม 2559	0		0	0
พฤศจิกายน 2559	0	0	0	0
ธันวาคม 2559	0		0	0
รวม	17	17	30.46	559.66

จากตารางที่ 4.21 พบว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อมีค่าเท่ากับ 30.46 บาท/ปี ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 559.66 บาท/ปี ดังนั้นค่าใช้จ่ายของการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้า B มีค่าเท่ากับ 590.12 บาท/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เทคนิคการสั่งซื้อแบบ Silver Meal

เทคนิคการสั่งซื้อสินค้าให้ครอบคลุมช่วงเวลา m เพื่อให้ต้นทุนรวมต่อช่วงเวลา m ต่ำสุด โดยต้นทุนรวมประกอบด้วย ต้นทุนในการสั่งซื้อ + ต้นทุนการเก็บในช่วงเวลา m โดยแสดงการคำนวณหาค่าต้นทุนเฉลี่ยของต้นทุนแปรผัน (A(m)) ได้ดังนี้

หาค่า A(m) จากสูตร $A(m) = \frac{1}{m}(K + hD_2 + 2hD_3 + ... + (m-1)hD_m)$

1. พิจารณาเดือนมกราคม 2559 ดังนั้นกำหนดให้ m = 1

- ปริมาณการสั่งซื้อเพื่อใช้ 1 เดือน ดังนั้นจะสั่งซื้อจำนวน 15 ชิ้น

A(1) = 30.46 บาท

- ปริมาณการสั่งซื้อเพื่อใช้ 2 เดือน (m = 2) ดังนั้นจะสั่งซื้อจำนวน 15 + 2 = 17 ชิ้น

A(2) = $\frac{1}{2}$ (30.46 + (279.83 x 2)) = 295.06 บาท

เนื่องจาก A(2) > A(1) จึงหยุด และคำนวณปริมาณการสั่งซื้อครั้งที่แรก โดย Q_1 = 15 ชิ้น

ซึ่งพบว่าการสั่งสินค้าเพื่อใช้ 1 เดือน เป็นการสั่งซื้อที่มีต้นทุนต่อช่วงเวลาต่ำที่สุด ดังนั้นการสั่งซื้อครั้งที่ 1 จึงเป็นการสั่งสินค้าเพื่อใช้ 1 เดือน โดยจะสั่งจำนวน 15 ชิ้น

หลังจากนั้นจะเริ่มขั้นตอนเดิมซ้ำอีกครั้งไปเรื่อยๆ สามารถสรุปได้ว่าการสั่งครั้งที่ 2 เป็นการสั่งสินค้าเพื่อใช้ 1 เดือน โดยจะสั่งจำนวน 2 ชิ้น การสั่งสินค้าครั้งที่ 3 เป็นการสั่งสินค้าเพื่อใช้ 1 เดือน โดยจะสั่งจำนวน 1 ชิ้นการสั่งสินค้าครั้งที่ 4-12 เป็นการสั่งสินค้าเพื่อใช้ 1 เดือนโดยจะไม่ทำการสั่งสินค้าและแสดงปริมาณการสั่งซื้อสินค้าและค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้า B โดยเทคนิคการสั่งซื้อแบบ Silver Meal ดังตารางที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าและค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้า B โดยเทคนิคการสั่งซื้อแบบ Silver Meal

เดือน	ค่าพยากรณ์แบบจุด	ปริมาณการสั่งซื้อ(ชิ้น)	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ(บาท/เดือน)	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/เดือน)
มกราคม 2559	15	15	30.46	0
กุมภาพันธ์ 2559	2	2	30.46	0
มีนาคม 2559	0	0	0	0
เมษายน 2559	0	0	0	0
พฤษภาคม 2559	0	0	0	0
มิถุนายน 2559	0	0	0	0
กรกฎาคม2559	0	0	0	0
สิงหาคม 2559	0	0	0	0
กันยายน 2559	0	0	0	0
ตุลาคม 2559	0	0	0	0
พฤศจิกายน 2559	0	0	0	0
ธันวาคม 2559	0	0	0	0
รวม	**17**	**17**	**60.92**	**0**

จากตารางที่ 4.22 พบว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อมีค่าเท่ากับ 60.92 บาท/ปี ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 0 บาท/ปี ดังนั้นค่าใช้จ่ายของการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้า B มีค่าเท่ากับ 60.92 บาท/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการเปรียบเทียบเทคนิคทั้ง 3 วิธี เพื่อพิจารณาว่าเทคนิคใดเหมาะสำหรับการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม ซึ่งตารางที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบทั้ง 3 วิธีดังกล่าวข้างต้น

ตารางที่ 4.23 เปรียบเทียบเทคนิคการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม 3 วิธี ของสินค้า B

วิธี	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา	ค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลัง
Lot for Lot	60.92	0	60.92*
POQ	30.46	559.66	590.12
Silver Meal	60.92	0	60.92*

จากตารางที่ 4.23 จะพบว่าเทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot หรือ Silver Meal มีค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังต่ำสุด เท่ากับ 60.92 บาท ดังนั้นเทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot หรือ Silver Meal จึงเป็นการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่สุด

4.3.2.3 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของปริมาณความต้องการสินค้า C

เนื่องจากสินค้า C มีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (VC) เท่ากับ 0 (รายละเอียดในตารางที่ ด-3) ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.20 สามารถสรุปได้ว่าระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะคงที่ ดังนั้นมีความเหมาะสมที่จะใช้สูตรปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (EOQ) สำหรับคำนวณปริมาณการสั่งซื้อ แสดงการคำนวณได้ดังนี้

ต้นทุนในการสั่งซื้อ K = 30.46 บาท/คำสั่งซื้อ/รายการ

ต้นทุนในการเก็บรักษา h = 1,068 บาท/ชิ้น/ปี

ปริมาณความต้องการ D = 12 ชิ้น/ปี

1. ขนาดประหยัดที่เหมาะสมต่อคำสั่งซื้อในระบบ EOQ หรือ q* คือ

$$q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} = \sqrt{\frac{2(30.46)(12)}{1,068}} = 0.83 \approx 1 \text{ ชิ้น}$$

2. ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดที่ต่ำที่สุดคือ

$$TC(q^*) = \sqrt{2hKD} = \sqrt{2(1,068)(30.46)(12)} = 883.60 \text{ บาท}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จำนวนครั้งในการสั่งใน 1 ปี (N)

$$N = \frac{D}{q^*} = \frac{12}{1} = 12 \text{ ครั้ง}$$

4. ระยะเวลาในการสั่งแต่ละครั้ง (T)

$$T = \frac{q^*}{D} = \frac{1}{12} = 0.08 \text{ ปี}$$

$$T = 0.08x12 = 0.96 \approx 1 \text{ เดือน}$$

ดังนั้น ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของสินค้า A เท่ากับ 1 ชิ้น โดยจำนวนการสั่งซื้อใน 1 ปี เท่ากับ 12 ครั้ง และมีค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำที่สุด 883.60 บาท

4.3.3 การวิเคราะห์หาจุดสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง

ในการวิเคราะห์จุดสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรองซึ่งจุดสั่งซื้อเป็นจุดที่บ่งบอกถึงปริมาณสินค้าคงคลังที่อยู่ในระบบที่ทำให้เราต้องการมีการสั่งซื้อสินค้า ส่วนปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock: SS) เป็นสินค้าที่มีไว้เพื่อป้องกันความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นทั้งเกิดจากความต้องการใช้สินค้าของบริษัท หรือความไม่แน่นอนที่เกิดจากช่วงเวลานำ แสดงการวิเคราะห์ดังนี้

4.3.3.1 การวิเคราะห์จุดสั่งซื้อและปริมาณคงคลังสำรองของสินค้า A

เนื่องจากสินค้า A มีระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะแน่นอน ซึ่งช่วงเวลานำมีค่าคงที่ คือ 0.3333 เดือน แสดงการหาค่าจุดสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง ดังนี้

สูตร $ROP = \left(\overline{d}\right) * \left(LT\right)$

ปริมาณความต้องการ $\left(\overline{d}\right)$ = 124 ชิ้น/เดือน

ช่วงเวลานำ $\left(LT\right)$ = 0.3333 เดือน

ดังนั้น $ROP = 124(0.3333) = 41.33 \approx 42$ ชิ้น

จากการคำนวณจะทำให้ทราบถึงจุดสั่งซื้อ เท่ากับ 42 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3.2 การวิเคราะห์จุดสั่งซื้อและปริมาณคงคลังสำรองของสินค้า B

เนื่องจากสินค้า A มีระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะไม่แน่นอน ซึ่งช่วงเวลานำมีค่าคงที่ คือ 0.5 เดือน และได้กำหนดระดับบริการไว้ที่ร้อยละ 95 หรือ หมายความว่ามีความน่าจะเป็นหรือโอกาส 95% ที่ความต้องการจะไม่มากไปกว่าปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอยู่ในช่วงเวลานำ แสดงการหาค่าจุดสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง ดังนี้

สูตร $ROP = \left(\overline{d}\right)\left(LT\right) + Z\sigma_d\sqrt{LT}$

โดยที่ $SS = Z\sigma_d\sqrt{LT}$

ปริมาณความต้องการ $\left(\overline{d}\right)$ = 2 ชิ้น/เดือน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อเดือน $\left(\sigma_d\right)$ = 4.3161

ช่วงเวลานำ $\left(LT\right)$ = 0.5 เดือน

ค่า Z ที่ระดับการให้บริการ = 1.65

ดังนั้น $ROP = (2)(0.5) + (1.65)(4.3161)(0.7071) = 6.04 \approx 7$ ชิ้น

$SS = 1.65(4.3161)(0.7071) = 5.04 \approx 6$ ชิ้น

จากการคำนวณจะทำให้ทราบถึงจุดสั่งซื้อเท่ากับ 7 ชิ้น และสินค้าคงคลังสำรองเท่ากับ 6 ชิ้น

4.3.3.3 การวิเคราะห์จุดสั่งซื้อและปริมาณคงคลังสำรองของสินค้า C

เนื่องจากสินค้า C มีระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะแน่นอน ซึ่งช่วงเวลานำมีค่าคงที่ คือ 0.5 เดือน แสดงการหาค่าจุดสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง ดังนี้

สูตร $ROP = \left(\overline{d}\right) * \left(LT\right)$

ปริมาณความต้องการ $\left(\overline{d}\right)$ = 1 ชิ้น/เดือน

ช่วงเวลานำ $\left(LT\right)$ = 0.5 เดือน

ดังนั้น $ROP = (1)(0.5) = 0.5 \approx 1$ ชิ้น

จากการคำนวณจะทำให้ทราบถึงจุดสั่งซื้อเท่ากับ 1 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

บริษัทกรณีศึกษา คือ บริษัท นีโอเฮ้าส์ โปรดักส์ จำกัด โดยจำหน่ายสินค้าวัสดุก่อสร้างและสินค้าตกแต่งบ้านทุกชนิดทั้งปลีกและส่ง ให้บริการที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง ต่อเติม ซ่อมแซม ตลอดทั้งการให้คำปรึกษาด้านการออกแบบแบบครบวงจร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการจัดการสินค้าคงคลังสำหรับข้อมูลปริมาณความต้องการของสินค้าทั้ง 3 รายการ ได้แก่ สินค้าจากหมวด A คือ ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้นขนาด 1"×6"×4" เก็บข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2558 เป็นจำนวน 5 ปี สินค้าจากหมวด B คือ ซักโครก EC-014-NEW 3/6 ลิตร เก็บข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2558 เป็นจำนวน 6 ปี และสินค้าจากหมวด C คือ ซักโครก MO12 สีขาว (บรา์โว) เก็บข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนธันวาคม 2558 เป็นจำนวน 25 หน่วย โดยนำข้อมูลปริมาณความต้องการรายเดือนของสินค้ามาพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้าทั้ง 3 รายการในปี 2559 เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสม การพิจารณาจุดสั่งซื้อ และระบบสินค้าคงคลังสำรอง

5.1 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณความต้องการของสินค้าทั้ง 3 รายการ คือ สินค้าจากหมวด A, B และ C เพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ วิธีอนุกรมเวลาปรับเรียบและวิธีของบ๊อกซ์และเจนกิ้นส์

5.1.1 เทคนิคการพยากรณ์และตัวแบบที่ดีที่สุด

จากเทคนิคการพยากรณ์และตัวแบบที่ดีที่สุดสำหรับข้อมูลปริมาณความต้องการของสินค้าทั้ง 3 รายการ พบว่าได้ค่า MSE ได้ดังตารางที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 เทคนิคการพยากรณ์ ค่า MSE ของสินค้าทั้ง 3 รายการ

สินค้า	วิธีการพยากรณ์	MSE
A	การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ๊อกซ์และเจนกิ้นส์ รูปแบบ AR(1)	9,509.947
B	วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ล	534.5062
C	วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย SME 6 ค่า	128.0175

จากตารางที่ 5.1 พบว่าสินค้า A ใช้วิธี Box-Jenkins ในการพยากรณ์ที่รูปแบบ AR(1) โดยมีค่า MSE ต่ำที่สุดคือ 9,509.9470 สินค้า B ใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ล โดยมีค่า MSE ต่ำที่สุดคือ 534.5062 และสินค้า C ใช้วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย SME 6 ค่า โดยมีค่า MSE ต่ำที่สุดคือ 128.0175

5.2 การจัดการสินค้าคงคลัง

5.2.1 ค่าใช้จ่ายของการจัดการสินค้าคงคลัง

ค่าใช้จ่ายในการจัดสินค้าคงคลังแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา

ตารางที่ 5.2 ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปีของสินค้าทั้ง 3 รายการ

สินค้า	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (บาท/คำสั่งซื้อ)	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/ชิ้น)
A	30.46	31.79
B	30.46	279.83
C	30.46	1,068.00

จากตารางที่ 5.2 พบว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อปีของสินค้าทั้ง 3 รายการมีค่าเท่ากันคือ 30.46 บาท/คำสั่งซื้อ และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาของสินค้าคงคลังต่อปีของสินค้า A สินค้า B และสินค้า C มีค่าเท่ากับ 31.79, 279.83 และ 1,068.00 บาท/ชิ้น ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณความต้องการของสินค้าทั้ง 3 รายการ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบว่าเทคนิคการสั่งซื้อที่เหมาะสมและค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลัง สรุปดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 เทคนิคการสั่งซื้อที่เหมาะสมและค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้าทั้ง 3 รายการ

สินค้า	วิธีการ	ค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลัง (บาท/ปี)
A	EOQ	1,693.72
B	Lot for Lot หรือ Silver Meal	60.92
C	EOQ	883.60

จากตารางที่ 5.3 พบว่าสินค้า A ใช้เทคนิคการการสั่งซื้อแบบ EOQ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังต่ำที่ คือ 1,693.72 บาท/ปี สินค้า B ใช้เทคนิคการสั่งซื้อแบบ Lot for Lot หรือ Silver Meal ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังต่ำสุด คือ 60.92 บาท/ปี และสินค้า C ใช้เทคนิคการการสั่งซื้อแบบ EOQ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังต่ำสุด คือ 883.60 บาท/ปี

5.2.3 การวิเคราะห์จุดสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณความต้องการของสินค้าตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2559 พบว่าจุดสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง สรุปได้ดังตารางที่ 5.4 ดังนี้

ตารางที่ 5.4 จุดสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรองของสินค้าทั้ง 3 รายการ

สินค้า	จุดสั่งซื้อ	ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (ชิ้น)
A	42	0
B	7	6
C	1	0

จากตารางที่ 5.4 พบว่าสินค้า A เมื่อมีสินค้าคงเหลือในคลังสินค้า 42 ชิ้น จะทำการสั่งซื้อที่ปริมาณ EOQ คือ 54 ชิ้น โดยไม่ต้องมีสินค้าคงคลังสำรองเนื่องจากสินค้า A มีช่วงเวลานำคงที่ สินค้า B เมื่อมีสินค้าคงเหลือในคลังสินค้า 7 ชิ้น จะทำการสั่งซื้อที่ปริมาณ Lot for Lot หรือ Silver Meal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีสินค้าคงคลังสำรอง 6 ชิ้น และสินค้า C เมื่อมีสินค้าคงเหลือในคลังสินค้า 1 ชิ้น จะทำการสั่งซื้อที่ปริมาณ EOQ คือ 1 ชิ้น โดยไม่ต้องมีสินค้าคงคลังสำรองเนื่องจากสินค้า C มีช่วงเวลานำคงที่

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปัญหาพิเศษ มีข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้คือ

1. การจัดหมวดหมู่สินค้าอาจทำได้หลายวิธีซึ่งปัญหาพิเศษเล่มนี้ใช้วิธี ABC Analysis แต่ในความเป็นจริงแล้วเราอาจจะเลือกใช้วิธีอื่นได้ เช่น AHP Analysis Method เป็นต้น

2. ในส่วนของการพยากรณ์หากมีข้อมูลที่ผิดปกติ เช่น มีศูนย์หลายๆ ค่าติดกัน ควรตัดข้อมูลผิดปกติออกแล้วนำข้อมูลที่เหลือมาใช้ในการพยากรณ์

3. ในส่วนการคิดค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายได้จากวิธีการปันส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษณา ปานสุวรรณ และคณะ. 2557. **การจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา ร้านขายของชำแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

คมสัน สุริยะ. 2548. **การพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คำนาย อภิปรัชญาสกุล. 2553. **การจัดการสินค้าคงคลัง.** โฟกัสมีเดีย แอนด์ พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

ณัฐสิทธิ์ ตีระพงศ์ไพบูรณ์ และคณะ. 2553. **การบริหารสินค้าคงคลังเพื่อวางนโยบายในการจัดซื้อแปรงถ่าน.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ ,

ดาวประกาย บุญเลี้ยง และคณะ. 2552. **การจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา บริษัท สเปเชียลตี้ เท็คคอร์ปอเรชั่น จำกัด.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสถิติประยุกต์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พงศกร อ่อนศรี และคณะ. 2557. **การจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา อะไหล่สำหรับการบำรุงรักษาเครื่องบินของบริษัทสายการบินแห่งหนึ่ง.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ ,

ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2549. **การพยากรณ์เชิงปริมาณ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

พิภพ ลลิตาภรณ์. 2552. **การบริหารพัสดุคงคลัง.** สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์. 2551. **การวิจัยดำเนินงาน 2.** โครงการตำราภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมศรี บัณฑิตวิไล. 2551. **อนุกรมเวลาและเลขดัชนี.** โครงการตำราภาควิชาสถิตประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

เกศินี วิฑูรชาติ และคณะ. 2551. **การวิเคราะห์เชิงปริมาณทางธุรกิจ.** มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. แสดงข้อมูลยอดขายรายเดือนในแต่ละปี ของสินค้าแต่ละรายการ

สินค้า A ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้น 1"x 6"x 4 ม.

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลปริมาณยอดขายของสินค้า A มีการนำมาขายครั้งแรกปี 2554 – ปัจจุบัน

เดือน/ พ.ศ.	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
ม.ค.				300	215	40	20	90
ก.พ.				310	10	-	10	110
มี.ค.				25	120	110	-	875
เม.ย.				-	330	45	50	630
พ.ค.				70	170	-	-	600
มิ.ย.				10	250	20	-	155
ก.ค.				5	-	20	45	145
ส.ค.				130	85	-	-	50
ก.ย.				-	115	-	20	-
ต.ค.				-	440	-	100	-
พ.ย.				670	-	205	20	130
ธ.ค.				35	70	-	-	185

ดังนั้นข้อมูลยอดขายของสินค้า A ที่นำมาพยากรณ์จะเริ่มตั้งแต่ปี 2554 - 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้าหมวด B ซักโครก EC-014 –NEW 3/6 ลิตร

ตารางที่ ก-2 ข้อมูลปริมาณยอดขายของสินค้า B มีการนำมาขายครั้งแรกปี 2553 – ปัจจุบัน

เดือน/ พ.ศ.	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
ม.ค.			60	110	65	190	80	35
ก.พ.			75	115	90	65	50	60
มี.ค.			30	110	105	400	65	25
เม.ย.			45	80	30	70	75	35
พ.ค.			70	205	100	310	100	10
มิ.ย.			55	115	70	105	30	80
ก.ค.			45	65	195	145	15	-
ส.ค.			65	50	85	40	50	40
ก.ย.			140	100	85	90	30	55
ต.ค.			85	65	105	85	35	70
พ.ย.			145	195	215	30	125	30
ธ.ค.			95	115	450	35	40	20

ดังนั้นข้อมูลยอดขายของสินค้า B ที่นำมาพยากรณ์จะเริ่มตั้งแต่ปี 2553 – 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้า C ชักโครก MO12 สีขาว (บราโว)

ตารางที่ ก-3 ข้อมูลปริมาณยอดขายของสินค้า C มีการนำมาขายครั้งแรกปี 2551 – ปัจจุบัน

เดือน/ พ.ศ.	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
ม.ค.	-	-	-	-	-	-	-	-
ก.พ.	-	5	-	-	-	-	25	-
มี.ค.	-	-	-	-	-	-	95	-
เม.ย.	-	-	-	-	-	-	-	-
พ.ค.	-	-	-	-	-	-	-	75
มิ.ย.	-	-	-	-	-	-	-	-
ก.ค.	-	-	-	-	-	-	-	-
ส.ค.	-	-	-	-	-	-	-	-
ก.ย.	-	-	-	-	-	-	-	-
ต.ค.	-	-	-	-	-	-	-	-
พ.ย.	-	-	-	-	-	-	50	5
ธ.ค.	-	-	-	-	-	50	-	-

เนื่องจากข้อมูลยอดขายสินค้า C ในช่วงปีแรก ไม่สามารถขายได้ และเริ่มมียอดขายเมื่อเดือนธันวาคมปี 2556 – ปัจจุบัน เมื่อต้องนำข้อมูลมาพยากรณ์ยอดขายเราจึงไม่พิจารณาข้อมูลในช่วงปี 2551 – เดือนพฤศจิกายน ปี 2555 เนื่องจากไม่สามารถขายสินค้าได้เลย ดังนั้นข้อมูลยอดขายของสินค้า C ที่นำมาพยากรณ์จะเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมปี 2556- 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. การจำแนกสินค้าคงคลังหมวดเอบีซี (ABC)

ตารางที่ ข-1 การจำแนกสินค้าคงคลังโดยใช้วิธี ABC Analysis

ลำดับ	รายการสินค้า	ราคาสินค้าต่อหน่วย	ปริมาณความต้องการ	มูลค่าสินค้า	%มูลค่า	%มูลค่าสะสม	กลุ่มสินค้า	คิดเป็น %
1	หน้าต่างบล.อลูฯสำเร็จรูป100x12	2390	780	1864200	6.69	6.69	A	70.43
2	อีซีบอร์ด 0.6x120x240 cm สีธรรมชาติ	140	12490	1748600	6.2752	12.965		
3	อิฐมวลเบา Q-CON 20x60x7.5 ซม.	20.5	85125	1745063	6.2625	19.2276		
4	วีว่าบอร์ดหนา 12 มม.1.2x2.4ม.	570	2600	1482000	5.3184	24.546		
5	เหล็กไอบีม 400x150x72 กก./ม.	14730	100	1473000	5.2861	29.8322		
6	สีน้ำภายนอกกึ่งเงา TOA ชิลด์	2895	390	1129050	4.0518	33.884		
7	ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้น 1"x6"x4	540	1930	1042200	3.7401	37.6241		
8	ไม้ LVL 1"x8"x3.0 ม.	222	4130	916860	3.2903	40.9144		
9	บันไดลูกนอนไม้เต็ง 1 1/2"x12"x1.20	850	975	828750	2.9741	43.8885		
10	ปูนฉาบมวลเบา มอร์ตาร์ แมกซ์(50กก/ถุง)	125	6615	826875	2.9674	46.8559		
11	ยางมะตอย CRS-2 200	6800	120	816000	2.9284	49.7843		
12	ปูนอินทรีปูนเขียว 50 กก./ถุง	125	6140	767500	2.7543	52.5386		
13	กระเบื้อง 3 ลอน 50x120x5 มม สีน้ำตาล	52	14625	760500	2.7292	55.2678		

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) การจำแนกสินค้าคงคลังโดยใช้วิธี ABC Analysis

ลำดับ	รายการสินค้า	ราคาสินค้าต่อหน่วย	ปริมาณความต้องการ	มูลค่าสินค้า	%มูลค่า	%มูลค่าสะสม	กลุ่มสินค้า	คิดเป็น %
14	ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้น 1"x6"x3	385	1830	704550	2.5284	57.7962	A	70.43
15	ประตู RD19 80x200 ซม.	2150	305	655750	2.3533	60.1495		
16	ไม้คอนวูด 4" 25 มม.3.05 ม. – สีธรรมชาติ	204	3000	612000	2.1963	62.3458		
17	วัสดุยาแนว Tipco Joint Sealer	670	855	572850	2.0558	64.4015		
18	ปูนซุปเปอร์ลูกโลก 40kg/ถุง	105	5380	564900	2.0272	66.4288		
19	ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้น 1"x6"x4 ม.	480	1165	559200	2.0068	68.4356		
20	สีน้ำภายนอกกึ่งเงา TOA ชิลด์วันนาโน เบสB 2.5กล. #8456	1610	345	555450	1.9933	70.4289		
21	ซักโครก EC-014 -NEW 3/6 ลิตร	1769	310	548390	1.968	72.3969	B	20.51
22	ลูกหมุนระบายอากาศ 24"+ฐานลอนเมทัลชีท	3420	160	547200	1.9637	74.3606		
23	เหล็กเส้นกลมSR24 9 มม.สีม่วง-ขาว (เต็มใหญ่ 4.99 KG)	108	4975	537300	1.9282	76.2888		
24	อิฐมวลเบา Super Block 20x60x7.5 ซม.	16.5	30610	505065	1.8125	78.1013		
25	หน้าต่างบล.อลูฯสำเร็จรูป100x18	2835	170	481950	1.7296	79.8309		
26	วงกบประตู 2.70x2.65 ม.	5300	90	477000	1.7118	81.5427		
27	ไม้บันไดลูกนอนคอนวูด 12"x25มม.x1.20 เมตร.ลบมุม 1 ด้าน	396	1200	475200	1.7053	83.248		
28	ปูนอินทรีเพชร 50 กก./ถุง	140	3205	448700	1.6102	84.8583		

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) การจำแนกสินค้าคงคลังโดยใช้วิธี ABC Analysis

ลำดับ	รายการสินค้า	ราคาสินค้าต่อหน่วย	ปริมาณความต้องการ	มูลค่าสินค้า	%มูลค่า	%มูลค่าสะสม	กลุ่มสินค้า	คิดเป็น %
29	ปูนเพิ่มความแกร่งของพื้น Lanko 243 25	252	1775	447300	1.6052	86.4635	B	20.51
30	ถังน้ำก้นเรียบ AVF4000L (ไม่รวมขา)	21000	20	420000	1.50724	87.9707		
31	ไม้กระบาก 1"x8"x4 ม.	360	1160	417600	1.4986	89.4694		
32	วีว่าบอร์ดหนา 8 มม.1.2x2.4ม.	410	1000	410000	1.4714	90.9407		
33	วัสดุยาแนว Tipco Joint Sealer 12 กก.	670	590	395300	1.4186	92.3593	C	9.059
34	ก/บ White Horse 30x90 HD93113 เกรดA	1160	335	388600	1.3946	93.7539		
35	ก/บ ROMA 60x60 RM6000 A	287	1340	384580	1.3801	95.134		
36	ชักโครกสองชิ้น MT33 (SP)	2514	145	364530	1.3082	96.4422		
37	วงกบประตูไม้แต็งแดง 2"x5" ขนาด 90x240 cm.	1600	225	360000	1.2919	97.7342		
38	ไม้บันไดลูกนอนคอวูด 10"/25 มม./3.05 ม	745	475	353875	1.2699	99.0041		
39	ชักโครก MO12 สีขาว (บราโว)	3700	75	277500	0.9959	100		

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) การจำแนกสินค้าคงคลังโดยใช้วิธี ABC Analysis

ลำดับ	รายการสินค้า	ราคาสินค้าต่อหน่วย	ปริมาณความต้องการ	มูลค่าสินค้า	%มูลค่า	%มูลค่าสะสม	กลุ่มสินค้า	คิดเป็น %
40	ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป	สินค้าตามสั่ง	165	0	0	100		
41	คอนกรีตผสมเสร็จ # 320 กันซึม ทรงลูกบาศก์	สินค้าตามสั่ง	325	0	0	100		
42	หลังคา METAL SHEET ติดฉนวนกันความร้อน	สินค้าตามสั่ง	30	0	0	100	C	9.059
43	คอนกรีตผสมเสร็จ งานปั๊ม # 320 ทรงลูกบาศก์	สินค้าตามสั่ง	275	0	0	100		
Total	43	81746	197555	27865387				

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เมื่อทำการจำแนกสินค้าคงคลังออกเป็นหมวดเอบีซี (ABC) แล้วจะทำการเลือกรายการสินค้าในแต่ละหมวดมาอย่างละ 1 รายการ โดยสินค้าในแต่ละหมวดที่เลือกนำมาวิเคราะห์ต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. รายการสินค้านั้นต้องไม่เป็นสินค้าที่มีลักษณะเป็นแฟชั่น
2. รายการสินค้านั้นต้องมีการสต๊อกสินค้า
3. รายการสินค้านั้นจะต้องมียอดขายมาอย่างน้อย 3 ปี

ซึ่งเมื่อทำการเลือกรายการสินค้าที่มีลักษณะดังกล่าว จะได้ว่า

สินค้าจากหมวด A คือ ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้น 1"x6"x4"

สินค้าจากหมวด B คือ ซักโครก EC-014 -NEW 3/6 ลิตร

สินค้าจากหมวด C คือ ซักโครก MO12 สีขาว (บราโว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค. การคำนวณค่าสถิติของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของสินค้า A

การทดสอบของ Lilliefor's test

H_0: ข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) มีการแจกแจงปกติ

H_1: ข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ ค-1 การทดสอบการแจกแจงปกติของยอดขายสินค้า A วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าสถิติและค่าที่ได้จากการคำนวณและผลลัพธ์

วิธีที่ใช้ทดสอบการแจกแจงปกติ	ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ	ระดับนัยสำคัญ (α)	ค่าที่ได้จากการคำนวณ	ผลลัพธ์ที่ได้
การทดสอบโดยใช้ค่าสถิติ	Lilliefor's	0.05	0.00	ปฏิเสธ H_0

ที่มา: คำนวณค่าสถิติจากโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB 16

จากตารางที่ ค-1 จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ค่าที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.00 < 0.05) แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

จากการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ ผลที่ได้คือข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ ดังนั้นจึงใช้การทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง. การทดสอบแนวโน้มของยอดขายสินค้า A แบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบของ Danniel

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม

H_1: อนุกรมเวลามีแนวโน้ม

ตัวสถิติ

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

ซึ่ง $d_t = t -$ ลำดับที่ของ $Y_t = t - R(Y_t)$

$$r_s = 1 - \frac{6(36,065)}{60(60^2-1)} = -0.0021$$

เนื่องจาก $n \geq 30$ ใช้ตัวสถิติ Z

เมื่อ $\mu_{rs} = 0$

และ $\sigma_{rs} = \frac{1}{\sqrt{60-1}} = 0.1302$

ใช้ตัวสถิติ $Z = \frac{(r_s - \mu_{rs})}{\sigma_{rs}}$

ได้ว่า $Z = \frac{-0.0021-0}{0.1302} = -0.161$

บริเวณวิกฤตสำหรับ $\alpha = 0.05$ คือ

$Z \geq 1.96$ หรือ $Z \leq -1.96$

เนื่องจาก $Z = -0.161$ จึงยอมรับ H_0

สรุปว่า ข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A ไม่มีแนวโน้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ. การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า A แบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบของ Kruskal และ Wallis

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลฤดูกาล

H_1 : อนุกรมเวลามีอิทธิพลฤดูกาล

ตารางที่ จ-1 การคำนวณอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า A แบบไม่ใช้พารามิเตอร์

เดือนที่	ลำดับที่					R_i	n_i
1	53	51	30	25	38	197	5
2	54	21	9.5	21	40.5	146	5
3	28	43	40.5	9.5	60	181	5
4	9.5	55	31.5	33.5	58	187.5	5
5	35.5	48	9.5	9.5	57	159.5	5
6	21	52	25	9.5	47	154.5	5
7	19	9.5	25	31.5	46	131	5
8	44.5	37	9.5	9.5	33.5	134	5
9	9.5	42	9.5	25	9.5	95.5	5
10	9.5	56	9.5	39	9.5	123.5	5
11	59	9.5	50	25	44.5	188	5
12	29	35.5	9.5	9.5	49	132.5	5

ตัวสถิติ

$$H = \frac{12}{60(60+1)}\left[\frac{197}{5}+\frac{145}{6}+\frac{181}{5}+\ldots+\frac{188}{5}+\frac{132.5}{5}\right]-3(60+1)=6.9951$$

เกณฑ์การตัดสินใจ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บริเวณวิกฤต คือ $H \geq \chi^2_{0.05,11}$ = 19.68

สรุปว่ายอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ. วิเคราะห์การพยากรณ์สินค้า A ตั้งแต่มกราคม พ.ศ. 2554 จนถึง ธันวาคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ ฉ-1 การพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายของสินค้า A

t	สินค้าชนิด A (Y_t)	SMA 2 ค่า	SMA 3 ค่า	SMA 4 ค่า	SMA 5 ค่า	SMA 6 ค่า
1	300					
2	310					
3	25	305				
4	0	167.5	211.6667			
5	70	12.5	111.6667	158.75		
6	10	35	31.66667	101.25	141	
7	5	40	18	26.25	83	119.1667
8	130	7.5	28.33333	21.25	22	70
9	0	67.5	48.33333	53.75	43	40
10	0	65	45	36.25	43	35.83333
11	670	0	43.33333	33.75	29	35.83333
12	35	335	223.3333	200	161	135.8333
13	215	352.5	235	176.25	167	140
14	10	125	306.6667	230	184	175
15	120	112.5	86.66667	232.5	186	155
16	330	65	73	95	210	175
17	170	225	153.3333	168.75	142	230
18	250	250	206.6667	157.5	169	146.6667
19	0	210	250	217.5	176	182.5
20	85	125	140	187.5	174	146.6667
21	115	42.5	111.6667	126.25	167	159.1667
22	440	100	66.66667	112.5	124	158.3333
23	0	277.5	213.3333	160	178	176.6667
24	70	220	185	160	128	148.3333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-1 (ต่อ) การพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายของสินค้า A

t	สินค้าชนิด A (Y_t)	SMA 2 ค่า	SMA 3 ค่า	SMA 4 ค่า	SMA 5 ค่า	SMA 6 ค่า
25	40	35	170	156.25	142	118.3333
26	0	55	36.66667	137.5	133	125
27	110	20	36.66667	27.5	110	110.8333
28	45	55	50	55	44	110
29	0	77.5	51.66667	48.75	53	44.16667
30	20	22.5	51.66667	38.75	39	44.16667
31	20	10	21.66667	43.75	35	35.83333
32	0	20	13.33333	21.25	39	32.5
33	0	10	13.33333	10	17	32.5
34	0	0	6.666667	10	8	14.16667
35	205	0	0	5	8	6.666667
36	0	102.5	68.33333	51.25	45	40.83333
37	20	102.5	68.33333	51.25	41	37.5
38	10	10	75	56.25	45	37.5
39	0	15	10	58.75	47	39.16667
40	50	5	10	7.5	47	39.16667
41	0	25	20	20	16	47.5
42	0	25	30	15	16	13.33333
43	45	0	16.66667	12.5	12	13.33333
44	0	22.5	15	23.75	19	17.5
45	20	22.5	15	11.25	19	15.83333
46	100	10	21.66667	16.25	13	19.16667
47	20	60	40	41.25	33	27.5
48	0	60	46.66667	35	37	30.83333
49	90	10	40	35	28	30.83333
50	110	45	36.66667	52.5	46	38.33333
51	875	100	66.66667	55	64	56.66667

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-1 (ต่อ) การพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายของสินค้า A

t	สินค้าชนิด A (Y_t)	SMA 2 ค่า	SMA 3 ค่า	SMA 4 ค่า	SMA 5 ค่า	SMA 6 ค่า
52	630	492.5	358.3333	268.75	219	199.1667
53	600	752.5	538.3333	426.25	341	287.5
54	155	615	701.6667	553.75	461	384.1667
55	145	377.5	461.6667	565	474	410
56	50	150	300	382.5	481	419.1667
57	0	97.5	116.6667	237.5	316	409.1667
58	0	25	65	87.5	190	263.3333
59	130	0	16.66667	48.75	70	158.3333
60	185	65	43.33333	45	65	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-2 การพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักของสินค้า A โดยมี $W_1 = 0.1$ และ $W_2 = 0.9$

t	สินค้าชนิด A (Y_t)	WMA_t	e'	e_t^2
1	300			
2	310			
3	25	301	-276	76176
4	0	281.5	-281.5	79242.25
5	70	22.5	47.5	2256.25
6	10	7	3	9
7	5	64	-59	3481
8	130	9.5	120.5	14520.25
9	0	17.5	-17.5	306.25
10	0	117	-117	13689
11	670	0	670	448900
12	35	67	-32	1024
13	215	606.5	-391.5	153272.3
14	10	53	-43	1849
15	120	194.5	-74.5	5550.25
16	330	21	309	95481
17	170	141	29	841
18	250	314	-64	4096
19	0	178	-178	31684
20	85	225	-140	19600
21	115	8.5	106.5	11342.25
22	440	88	352	123904
23	0	147.5	-147.5	21756.25
24	70	396	-326	106276
25	40	7	33	1089
26	0	67	-67	4489

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-2 (ต่อ) การพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักของสินค้า A โดยมี $W_1 = 0.1$ และ $W_2 = 0.9$

t	สินค้าชนิด A (Y_t)	WMA_t	e^t	e_t^2
27	110	36	74	5476
28	45	11	34	1156
29	0	103.5	-103.5	10712.25
30	20	40.5	-20.5	420.25
31	20	2	18	324
32	0	20	-20	400
33	0	18	-18	324
34	0	0	0	0
35	205	0	205	42025
36	0	20.5	-20.5	420.25
37	20	184.5	-164.5	27060.25
38	10	2	8	64
39	0	19	-19	361
40	50	9	41	1681
41	0	5	-5	25
42	0	45	-45	2025
43	45	0	45	2025
44	0	4.5	-4.5	20.25
45	20	40.5	-20.5	420.25
46	100	2	98	9604
47	20	28	-8	64
48	0	92	-92	8464
49	90	18	72	5184
50	110	9	101	10201
51	875	92	783	613089
52	630	186.5	443.5	196692.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-2 (ต่อ) การพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักของสินค้า A โดยมี $W_1 = 0.1$ และ $W_2 = 0.9$

t	สินค้าชนิด A (Y_t)	WMA_t	e^t	e_t^2
53	600	850.5	-250.5	62750.25
54	155	627	-472	222784
55	145	555.5	-410.5	168510.3
56	50	154	-104	10816
57	0	135.5	-135.5	18360.25
58	0	45	-45	2025
59	130	0	130	16900
60	185	13	172	29584

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-3 การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่ายของสินค้า A โดยมี α=0.000001

t	สินค้าชนิด A (Y_t)	Y_{t-1}	e_t	e_t^2
1	300	117.2502		
2	310	117.2504	192.7498	37152.49
3	25	117.2503	-92.2504	8510.132
4	0	117.2502	-117.25	13747.63
5	70	117.2501	-47.2502	2232.578
6	10	117.25	-107.25	11502.59
7	5	117.2499	-112.25	12600.07
8	130	117.2499	12.7501	162.5651
9	0	117.2498	-117.25	13747.54
10	0	117.2497	-117.25	13747.51
11	670	117.2502	552.7503	305532.9
12	35	117.2501	-82.2502	6765.1
13	215	117.2502	97.74985	9555.034
14	10	117.2501	-107.25	11502.62
15	120	117.2501	2.749862	7.561738
16	330	117.2504	212.7499	45262.5
17	170	117.2504	52.74965	2782.525
18	250	117.2505	132.7496	17622.45
19	0	117.2504	-117.251	13747.69
20	85	117.2504	-32.2504	1040.09
21	115	117.2504	-2.25039	5.064255
22	440	117.2507	322.7496	104167.3
23	0	117.2506	-117.251	13747.73
24	70	117.2505	-47.2506	2232.619
25	40	117.2505	-77.2505	5967.647
26	0	117.2504	-117.25	13747.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-3 (ต่อ) การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่ายของสินค้า A โดยมี α=0.000001

t	สินค้าชนิด A (Y_t)	Y_{t-1}	e_t	e_t^2
27	110	117.2503	-7.25035	52.5676
28	45	117.2503	-72.2503	5220.112
29	0	117.2502	-117.25	13747.63
30	20	117.2501	-97.2502	9457.593
31	20	117.25	-97.2501	9457.574
32	0	117.2498	-117.25	13747.55
33	0	117.2497	-117.25	13747.53
34	0	117.2496	-117.25	13747.5
35	205	117.2497	87.75039	7700.131
36	0	117.2496	-117.25	13747.49
37	20	117.2495	-97.2496	9457.481
38	10	117.2494	-107.249	11502.45
39	0	117.2493	-117.249	13747.42
40	50	117.2492	-67.2493	4522.463
41	0	117.2491	-117.249	13747.37
42	0	117.249	-117.249	13747.35
43	45	117.2489	-72.249	5219.912
44	0	117.2488	-117.249	13747.3
45	20	117.2487	-97.2488	9457.322
46	100	117.2487	-17.2487	297.5166
47	20	117.2486	-97.2487	9457.3
48	0	117.2484	-117.249	13747.22
49	90	117.2484	-27.2484	742.4773
50	110	117.2484	-7.24841	52.53944
51	875	117.2492	757.7516	574187.5
52	630	117.2497	512.7508	262913.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-3 (ต่อ) การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ๊กซ์โปเนนเชียลแบบง่ายของสินค้า A โดยมี α=0.000001

t	สินค้าชนิด A (Y_t)	Y_{t-1}	e_t	e_t^2
53	600	117.2502	482.7503	233047.9
54	155	117.2502	37.74984	1425.051
55	145	117.2502	27.74981	770.0518
56	50	117.2502	-67.2502	4522.592
57	0	117.25	-117.25	13747.6
58	0	117.2499	-117.25	13747.57
59	130	117.2499	12.75008	162.5646
60	185	117.25	67.75007	4590.072

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช. การคำนวณค่าสถิติของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของสินค้า B

การทดสอบของ Lilliefor's test

H_0: ข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) มีการแจกแจงปกติ

H_1: ข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ ช-1 การทดสอบการแจกแจงปกติของยอดขายสินค้า B วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าสถิติและค่าที่ได้จากการคำนวณและผลลัพธ์

วิธีที่ใช้ทดสอบการแจกแจงปกติ	ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ	ระดับนัยสำคัญ (α)	ค่าที่ได้จากการคำนวณ	ผลลัพธ์ที่ได้
การทดสอบโดยใช้ค่าสถิติ	Lilliefor's	0.05	0.00	ปฏิเสธ H_0

ที่มา: คำนวณค่าสถิติจากโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB 16

จากตารางที่ ช-1 จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ค่าที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.00 < 0.05) แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

จากการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ ผลที่ได้คือข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ ดังนั้นจึงใช้การทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ. การทดสอบแนวโน้มของยอดขายสินค้า B แบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบของ Danniel

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม

H_1: อนุกรมเวลามีแนวโน้ม

ตัวสถิติ

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

ซึ่ง $d_t = t -$ ลำดับที่ของ $Y_t = t - R(Y_t)$

$$r_s = 1 - \frac{6(86,554)}{72(72^2-1)} = -0.3916$$

เนื่องจาก $n \geq 30$ ใช้ตัวสถิติ Z

เมื่อ $\mu_{rs} = 0$

และ $\sigma_{rs} = \frac{1}{\sqrt{72-1}} = 0.1187$

ใช้ตัวสถิติ $Z = \frac{(r_s - \mu_{rs})}{\sigma_{rs}}$

ได้ว่า $Z = \frac{-0.3916-0}{0.1187} = -3.2991$

บริเวณวิกฤตสำหรับ $\alpha = 0.05$ คือ

$Z \geq 1.96$ หรือ $Z \leq -1.96$

เนื่องจาก $Z = -3.2991$ จึงปฏิเสธ H_0

สรุปว่า ข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B มีแนวโน้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฌ. การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า B แบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบของ Kruskal และ Wallis

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลฤดูกาล

H_1 : อนุกรมเวลามีอิทธิพลฤดูกาล

ตารางที่ ฌ-1 การคำนวณอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า B แบบไม่ใช้พารามิเตอร์

	ฤดูกาลที่	ลำดับที่						R_i	n_i
รูปแบบบวก	1	-	35	16	38.5	42	26	157.5	5
	2	-	38.5	30	1	24	43	136.5	5
	3	-	34	36	55	37	20	182	5
	4	-	17	4	2	45	28	96	5
	5	-	52	22	54	47	-	175	4
	6	-	40	10	11	18	-	79	4
	7	-	12	50	41	13	-	116	4
	8	-	8	7	3	32	-	50	4
	9	49	33	5	21	19	-	127	5
	10	27	15	6	25	23	-	96	5
	11	48	53	46	9	51	-	207	5
	12	29	44	56	14	31	-	174	5
รูปแบบคูณ	1	-	36	18	35	42	22	153	5
	2	-	38	32	4	24	46	144	5
	3	-	34	37	54	41	11	177	5
	4	-	21	2	6	45	23	97	5
	5	-	51	26	52	50	-	179	4
	6	-	40	12	19	10	-	81	4
	7	-	15	48	39	1	-	103	4
	8	-	8	14	3	30	-	55	4
	9	49	33	9	25	13	-	129	5
	10	29	17	16	28	20	-	110	5
	11	47	53	44	5	56	-	205	5
	12	31	43	55	7	27	-	163	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวสถิติ

รูปแบบบวก

$$H=\frac{12}{72(72+1)}\left[\frac{157.5}{5}+\frac{136.5}{5}+\frac{182}{5}+\frac{96}{5}+\frac{175}{4}+...+\frac{96}{5}+\frac{207}{5}+\frac{174}{5}\right]-3(72+1)=17.1774$$

รูปแบบคูณ

$$H=\frac{12}{72(72+1)}\left[\frac{153}{5}+\frac{144}{5}+\frac{177}{5}+\frac{97}{5}+\frac{179}{4}+...+\frac{110}{5}+\frac{205}{5}+\frac{163}{5}\right]-3(72+1)=15.1$$

เกณฑ์การตัดสินใจ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บริเวณวิกฤต คือ $H \geq \chi^2_{0.05,11}$ = 19.68

จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ค่าที่ได้จากการคำนวณทั้งสองรูปแบบไม่ตกอยู่ในบริเวณวิกฤต ($17.1774 \leq 19.68$ และ $15.1 \leq 19.68$) สรุปว่ายอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ญ. วิเคราะห์การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ลของสินค้า B ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 จนถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ ญ-1 การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ลของสินค้า B ในกรณีใช้ค่าปรับน้ำหนัก $\alpha = 0.380755$

ปี	เดือน	t	Y_t	A_t	A_t'	A_t''	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	e_t^2
2553	ม.ค.	1	60	45.869	34.701	24.396	35.563932	37.885
	ก.พ.	2	75	56.961	43.177	31.547	45.330949	96.805
	มี.ค.	3	30	46.695	44.516	36.485	38.663942	24.522
	เม.ย.	4	45	46.050	45.100	39.765	40.714874	78.378
	พ.ค.	5	70	55.169	48.934	43.256	49.491337	10.949
	มิ.ย.	6	55	55.105	51.284	46.313	50.133876	10.740
	ก.ค.	7	45	51.257	51.274	48.202	48.185323	3.322
	ส.ค.	8	65	56.490	53.260	50.127	53.357687	9.231
	ก.ย.	9	140	88.287	66.596	56.398	78.088488	176.436
	ต.ค.	10	85	87.035	74.379	63.244	75.900988	699.293
	พ.ย.	11	145	109.106	87.601	72.518	94.022838	242.712
	ธ.ค.	12	95	103.735	93.744	80.600	90.590880	277.071
2554	ม.ค.	13	110	106.120	98.456	87.399	95.062936	0.125
	ก.พ.	14	115	109.501	102.662	93.210	100.049911	1.601
	มี.ค.	15	110	109.691	105.338	97.828	102.181075	2.289
	เม.ย.	16	80	98.386	102.691	99.680	95.374707	58.463
	พ.ค.	17	205	138.980	116.508	106.087	128.558942	2.870
	มิ.ย.	18	115	129.849	121.588	111.989	120.250729	610.244
	ก.ค.	19	65	105.158	115.332	113.262	103.087685	67.301
	ส.ค.	20	50	84.156	103.462	109.531	90.224965	994.685
	ก.ย.	21	100	90.189	98.408	105.296	97.076359	705.256
	ต.ค.	22	65	80.598	91.627	100.091	89.062354	79.197
	พ.ย.	23	195	124.157	104.013	101.584	121.728616	62.203
	ธ.ค.	24	115	120.671	110.355	104.924	115.239102	1229.490

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ญ-1 (ต่อ) การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ลของสินค้า B ในกรณีใช้ค่าปรับน้ำหนัก $\alpha = 0.380755$

ปี	เดือน	t	Y_t	A_t	A_t'	A_t''	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	e_t^2
2555	ม.ค.	25	65	99.474	106.212	105.414	98.675987	15.518
	ก.พ.	26	90	95.867	102.273	104.218	97.811844	259.622
	มี.ค.	27	105	99.344	101.158	103.053	101.239332	70.091
	เม.ย.	28	30	72.941	90.414	98.241	80.767559	108.829
	พ.ค.	29	100	83.244	87.684	94.221	89.781019	340.689
	มิ.ย.	30	70	78.201	84.073	90.357	84.485155	0.043
	ก.ค.	31	195	122.673	98.770	93.561	117.463226	225.598
	ส.ค.	32	85	108.329	102.410	96.930	102.848992	1158.217
	ก.ย.	33	85	99.446	101.281	98.587	96.751644	0.109
	ต.ค.	34	105	101.561	101.388	99.653	99.826357	52.296
	พ.ย.	35	215	144.753	117.899	106.601	133.454554	187.242
	ธ.ค.	36	450	260.978	172.377	131.645	220.245826	6223.287
2556	ม.ค.	37	190	233.953	195.822	156.081	194.211304	10267.061
	ก.พ.	38	65	169.623	185.847	167.415	151.190731	142.868
	มี.ค.	39	400	257.340	213.068	184.797	229.069398	866.630
	เม.ย.	40	70	186.009	202.766	191.639	174.882842	263.673
	พ.ค.	41	310	233.220	214.361	200.290	219.148945	1145.181
	มิ.ย.	42	105	184.399	202.953	201.304	182.750541	10.539
	ก.ค.	43	145	169.398	190.177	197.067	176.288479	2058.887
	ส.ค.	44	40	120.129	163.506	184.289	0.000000	1600.000
	ก.ย.	45	90	108.657	142.622	168.424	134.459081	3303.715
	ต.ค.	46	85	99.650	126.260	152.370	125.759288	877.821
	พ.ย.	47	30	73.130	106.030	134.726	101.825403	439.554
	ธ.ค.	48	35	58.612	87.976	116.925	87.561661	619.318

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ญ-1 (ต่อ) การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ลของสินค้า B ในกรณีใช้ค่าปรับน้ำหนัก $\alpha = 0.380755$

ปี	เดือน	t	Y_t	A_t	A_t'	A_t''	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	e_t^2
2557	ม.ค.	49	80	66.756	79.896	102.826	89.685798	79.824
	ก.พ.	50	50	60.376	72.464	91.265	79.177699	69.971
	มี.ค.	51	65	62.136	68.531	82.609	76.214386	46.855
	เม.ย.	52	75	67.034	67.961	77.032	76.104994	138.629
	พ.ค.	53	100	79.586	72.388	75.264	82.462247	305.679
	มิ.ย.	54	30	60.706	67.940	72.475	65.241271	143.693
	ก.ค.	55	15	43.303	58.559	67.177	51.920472	186.215
	ส.ค.	56	50	45.853	53.721	62.053	54.185124	244.723
	ก.ย.	57	30	39.817	48.427	56.865	48.254897	20.581
	ต.ค.	58	35	37.983	44.450	52.138	45.670586	18.314
	พ.ย.	59	125	71.115	54.603	53.077	69.588662	140.639
	ธ.ค.	60	40	59.268	56.379	54.334	57.222771	682.899
2558	ม.ค.	61	35	50.028	53.961	54.192	50.258897	0.956
	ก.พ.	62	60	53.825	53.909	54.084	53.999973	36.897
	มี.ค.	63	25	42.850	49.698	52.414	45.565692	15.891
	เม.ย.	64	35	39.861	45.952	49.954	43.862191	108.734
	พ.ค.	65	10	28.491	39.304	45.899	35.086031	99.397
	มิ.ย.	66	80	48.103	42.654	44.664	50.112527	13.307
	ก.ค.	67	0	29.788	37.755	42.033	34.065622	53.275
	ส.ค.	68	40	33.676	36.202	39.813	37.286973	57.368
	ก.ย.	69	55	41.795	38.332	39.249	42.712550	14.536
	ต.ค.	70	70	52.534	43.740	40.959	49.753692	154.277
	พ.ย.	71	30	43.954	43.821	42.049	42.181726	97.880
	ธ.ค.	72	20	34.834	40.399	41.421	35.855047	36.052
								$MSE = 534.506238$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฎ. การคำนวณค่าสถิติของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของสินค้า C

การทดสอบของ Lilliefor's test

H_0: ข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) มีการแจกแจงปกติ

H_1: ข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ ฎ-1 การทดสอบการแจกแจงปกติของยอดขายสินค้า C วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าสถิติและค่าที่ได้จากการคำนวณและผลลัพธ์

วิธีที่ใช้ทดสอบการแจกแจงปกติ	**ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ**	**ระดับนัยสำคัญ (α)**	**ค่าที่ได้จากการคำนวณ**	**ผลลัพธ์ที่ได้**
การทดสอบโดยใช้ค่าสถิติ	Lilliefor's	0.05	0.00	ปฏิเสธ H_0

ที่มา: คำนวณค่าสถิติจากโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB 16

จากตารางที่ ฎ-1 จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ค่าที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.00 < 0.05) แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้าชนิด C ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

จากการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ ผลที่ได้คือข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้าชนิด C ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ ดังนั้นจึงใช้การทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฏ. การทดสอบแนวโน้มของยอดขายสินค้าชนิด C แบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบของ Danniel

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม

H_1: อนุกรมเวลามีแนวโน้ม

ตัวสถิติ

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

ซึ่ง $d_t = t -$ ลำดับที่ของ $Y_t = t - R(Y_t)$

$$r_s = 1 - \frac{6(2{,}484.5)}{25(25^2-1)} = 0.0.444$$

เนื่องจาก $n = 25 \leq 30$

บริเวณวิกฤตสำหรับ $\alpha = 0.05$ คือ

$r_s \geq 0.4451$ หรือ $r_s \leq -0.4451$

เนื่องจาก $r_s = 0.0444$ จึงปฏิเสธ H_0

สรุปว่า ข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้า C ไม่มีแนวโน้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฐ. การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า C แบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบของ Kruskal และ Wallis

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลฤดูกาล

H_1: อนุกรมเวลามีอิทธิพลฤดูกาล

ตารางที่ ฐ-1 การคำนวณอิทธิพลฤดูกาลของยอดขายสินค้า C แบบไม่ใช้พารามิเตอร์

เดือนที่	ลำดับที่			R_i	n_i
1	-	10	10	20	2
2	-	21	10	31	2
3	-	25	10	35	2
4	-	10	24	34	2
5	-	10	10	20	2
6	-	10	10	20	2
7	-	10	20	30	2
8	-	10	10	20	2
9	-	10	10	20	2
10	-	10	10	20	2
11	-	22.5	20	42.5	2
12	22.5	10	10	42.5	3

ตัวสถิติ

$$H = \frac{12}{25(25+1)}\left[\frac{20}{2}+\frac{31}{2}+\frac{35}{2}+...+\frac{42.5}{2}+\frac{42.5}{3}\right]-3(25+1)=11.099$$

เกณฑ์การตัดสินใจ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บริเวณวิกฤต คือ $H \geq \chi^2_{0.05,11}$ = 19.68

สรุปว่ายอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือข้อมูลอนุกรมเวลายอดขายสินค้า C ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฑ. วิเคราะห์การพยากรณ์ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายของสินค้า C ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จนถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ ฑ-1 การพยากรณ์โดยวิธีเคลื่อนที่แบบง่ายของสินค้า C

t	Y_t	SMA 2 ค่า	SMA 3 ค่า	SMA 4 ค่า	SMA 5 ค่า	SMA 6 ค่า
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7	28.3333	-21.3333	455.1111	28.3333	-21.3333	455.1111
8	20	-12	144	20	-12	144
9	20	-11	121	20	-11	121
10	15.8333	-5.8333	34.0278	15.8333	-5.8333	34.0278
11	0	11	121	0	11	121
12	0	12	144	0	12	144
13	8.3333	4.6667	21.7778	8.3333	4.66667	21.7778
14	8.3333	5.6667	32.1111	8.3333	5.66667	32.1111
15	8.3333	6.6667	44.4444	8.3333	6.66667	44.4444
16	8.3333	7.6667	58.7778	8.3333	7.66667	58.7778
17	8.3333	8.6667	75.1111	8.3333	8.66667	75.1111
18	8.3333	9.6667	93.4444	8.3333	9.66667	93.4444
19	12.5	6.5	42.25	12.5	6.5	42.25
20	12.5	7.5	56.25	12.5	7.5	56.25
21	12.5	8.5	72.25	12.5	8.5	72.25
22	12.5	9.5	90.25	12.5	9.5	90.25
23	12.5	10.5	110.25	12.5	10.5	110.25
24	12.5	11.5	132.25	12.5	11.5	132.25
25	0.83333	24.16667	584.0278	0.83333	24.16667	584.0278

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฑ-2 การพยากรณ์ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักของสินค้า C โดยมี $W_1 = 0.05$ $W_2 = 0.3$, $W_3 = 0.1$, $W_4 = 0.2$, $W_5 = 0.15$ และ $W_6 = 0.2$

t	Y_t	WMA_t	e_t	e_t^2
1	50			
2	0			
3	25			
4	95			
5	0			
6	0			
7	0	24.5	-24.5	600.25
8	0	22.75	-22.75	517.5625
9	0	19.25	-19.25	370.5625
10	0	19	-19	361
11	0	0	0	0
12	50	0	50	2500
13	0	2.5	-2.5	6.25
14	0	15	-15	225
15	0	5	-5	25
16	0	10	-10	100
17	0	7.5	-7.5	56.25
18	75	10	65	4225
19	0	3.75	-3.75	14.0625
20	0	22.5	-22.5	506.25
21	0	7.5	-7.5	56.25
22	0	15	-15	225
23	0	11.25	-11.25	126.5625
24	5	15	-10	100
25	0	0.25	-0.25	0.0625

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

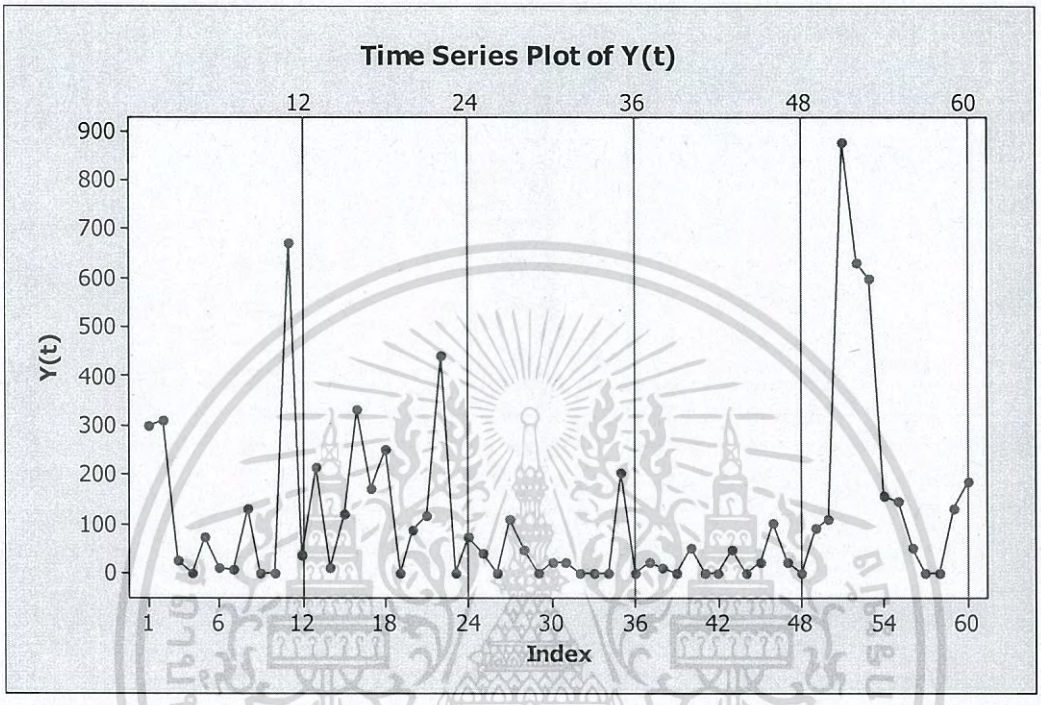
ตารางที่ ฑ-3 การพยากรณ์ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ๊กซ์โปเนนเชียลแบบง่ายของสินค้า C โดยมี $\alpha = 0.001$

t	Y_t	WMA_t	e_t	e_t^2
1	50	12	38	1444
2	0	12.038	-12.038	144.9134
3	25	12.02596	12.97404	168.3257
4	95	12.03894	82.96106	6882.538
5	0	12.1219	-12.1219	146.9404
6	0	12.10978	-12.1098	146.6467
7	0	12.09767	-12.0977	146.3535
8	0	12.08557	-12.0856	146.0609
9	0	12.07348	-12.0735	145.769
10	0	12.06141	-12.0614	145.4776
11	0	12.04935	-12.0493	145.1868
12	50	12.0373	37.9627	1441.167
13	0	12.07526	-12.0753	145.8119
14	0	12.06319	-12.0632	145.5204
15	0	12.05112	-12.0511	145.2295
16	0	12.03907	-12.0391	144.9392
17	0	12.02703	-12.027	144.6495
18	75	12.015	62.985	3967.11
19	0	12.07799	-12.078	145.8778
20	0	12.06591	-12.0659	145.5862
21	0	12.05385	-12.0538	145.2952
22	0	12.04179	-12.0418	145.0048
23	0	12.02975	-12.0298	144.7149
24	5	12.01772	-7.01772	49.2484
25	0	12.0107	-12.0107	144.257

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฒ. ผลการตรวจสอบความเป็น Stationary ของข้อมูลสินค้าในแต่ละรายการ ด้วยโปรแกรม Eviews9

สินค้า A วิธี Unit Root



รูปที่ ฒ-1 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ของสินค้า A โดยโปรแกรม Minitab

นำข้อมูลยอดขายมาพล๊อตกราฟเพื่อตรวจสอบความเป็น Stationary ดังรูปที่ ฒ-1 แต่การพล๊อตกราฟบางกรณีก็ไม่สามารถตรวจสอบความเป็น Stationary ได้ชัดเจน จึงใช้วิธี Unit Root เพื่อทดสอบความเป็น Stationary โดยโปรแกรม Eviews9 ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฒ-1 ผลลัพธ์จากโปรแกรม Eviews9 ของสินค้า A

Null Hypothesis: PRODUCTA has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Fixed)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-5.158143	0.0004
Test critical values:	1% level	-4.121303	
	5% level	-3.487845	
	10% level	-3.172314	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PRODUCTA)

Method: Least Squares

Date: 03/17/16 Time: 19:16

Sample (adjusted): 2011M02 2015M12

Included observations: 59 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PRODUCTA(-1)	-0.634062	0.122924	-5.158143	0.0000
C	48.84012	47.72097	1.023452	0.3105
@TREND("2011M01")	0.760880	1.337292	0.568971	0.5717

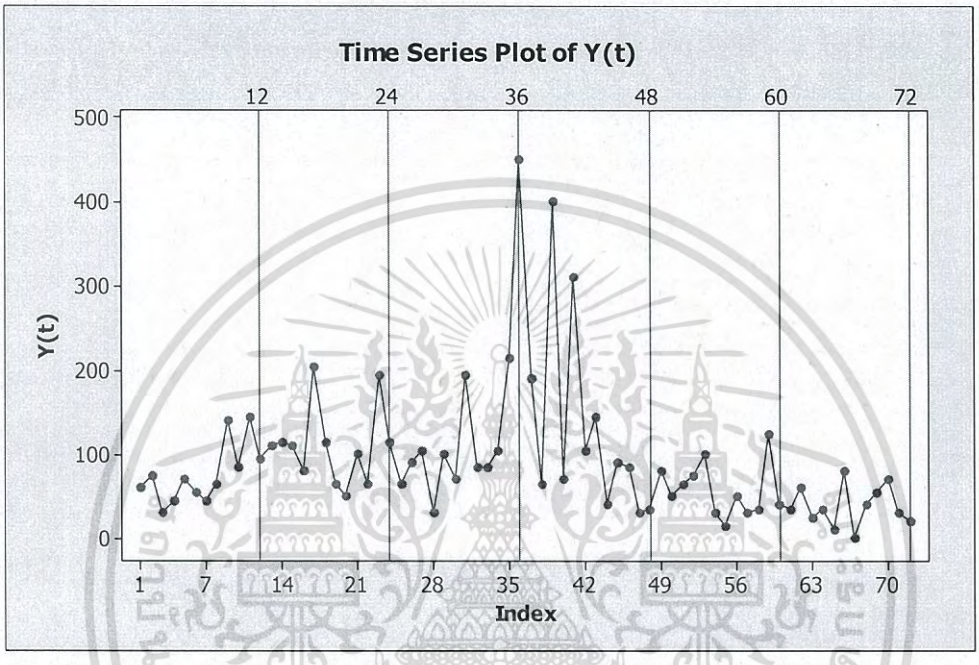
R-squared	0.322973	Mean dependent var	-1.949153
Adjusted R-squared	0.298793	S.D. dependent var	208.6678
S.E. of regression	174.7344	Akaike info criterion	13.21392
Sum squared resid	1709799.	Schwarz criterion	13.31956
Log likelihood	-386.8107	Hannan-Quinn criter.	13.25516
F-statistic	13.35727	Durbin-Watson stat	2.121392
Prob(F-statistic)	0.000018		

จากตารางที่ ฒ-1 จะพบว่าข้อมูลจะมีลักษณะ Stationary เมื่อปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าสถิติ t จะต้องมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤติของ MacKinnon และจากตารางที่ ฒ-1 เราทดสอบที่ค่าวิกฤต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ MacKinnon ที่ 5% ได้ผลว่าข้อมูลยอดขายสินค้า A ที่ระดับ (Level) มีค่าสถิติ t (หรือ γ) น้อยกว่าค่าวิกฤต MacKinnon ทั้งหมด ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมติฐานหลักเป็นการแสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลานี้ไม่มี Unit Root นั่นคืออนุกรมเวลามีลักษณะ Stationary

สินค้า B วิธี Unit Root



รูปที่ ฒ-2 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ของสินค้า B โดยโปรแกรม Minitab

นำข้อมูลยอดขายมาพล็อตกราฟเพื่อตรวจสอบความเป็น Stationary ดังรูปที่ ฒ-2 แต่การพล็อตกราฟบางกรณีก็ไม่สามารถตรวจสอบความเป็น Stationary ได้ชัดเจน จึงใช้วิธี Unit Root เพื่อทดสอบความเป็น Stationary โดยโปรแกรม Eviews9 ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฒ-2 ผลลัพธ์จากโปรแกรม Eviews9 ของสินค้า B

Null Hypothesis: BSTATIONARY has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Fixed)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.594430	0.0000
Test critical values:	1% level	-4.092547	
	5% level	-3.474363	
	10% level	-3.164499	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(BSTATIONARY)

Method: Least Squares

Date: 02/29/16 Time: 18:03

Sample (adjusted): 2010M02 2015M12

Included observations: 71 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BSTATIONARY(-1)	-0.778252	0.118017	-6.594430	0.0000
C	95.45201	22.97296	4.154973	0.0001
@TREND("2010M01")	-0.678836	0.449723	-1.509452	0.1358

R-squared	0.390485	Mean dependent var	-0.563380
Adjusted R-squared	0.372558	S.D. dependent var	96.30513
S.E. of regression	76.28447	Akaike info criterion	11.54815
Sum squared resid	395713.8	Schwarz criterion	11.64376
Log likelihood	-406.9594	Hannan-Quinn criter.	11.58617
F-statistic	21.78206	Durbin-Watson stat	2.148506
Prob(F-statistic)	0.000000		

จากตารางที่ ฒ-2 จะพบว่าข้อมูลจะมีลักษณะ Stationary เมื่อปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าสถิติ t จะต้องมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤติของ MacKinnon และจากตารางข้างต้นเราทดสอบที่ค่าวิกฤต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ MacKinnon ที่ 5% ได้ผลว่าข้อมูลยอดขายสินค้า B ที่ระดับ (Level) มีค่าสถิติ t (หรือ γ) น้อยกว่าค่าวิกฤต MacKinnon ทั้งหมด ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมติฐานหลักเป็นการแสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลานี้ไม่มี Unit Root นั่นคืออนุกรมเวลามีลักษณะ Stationary

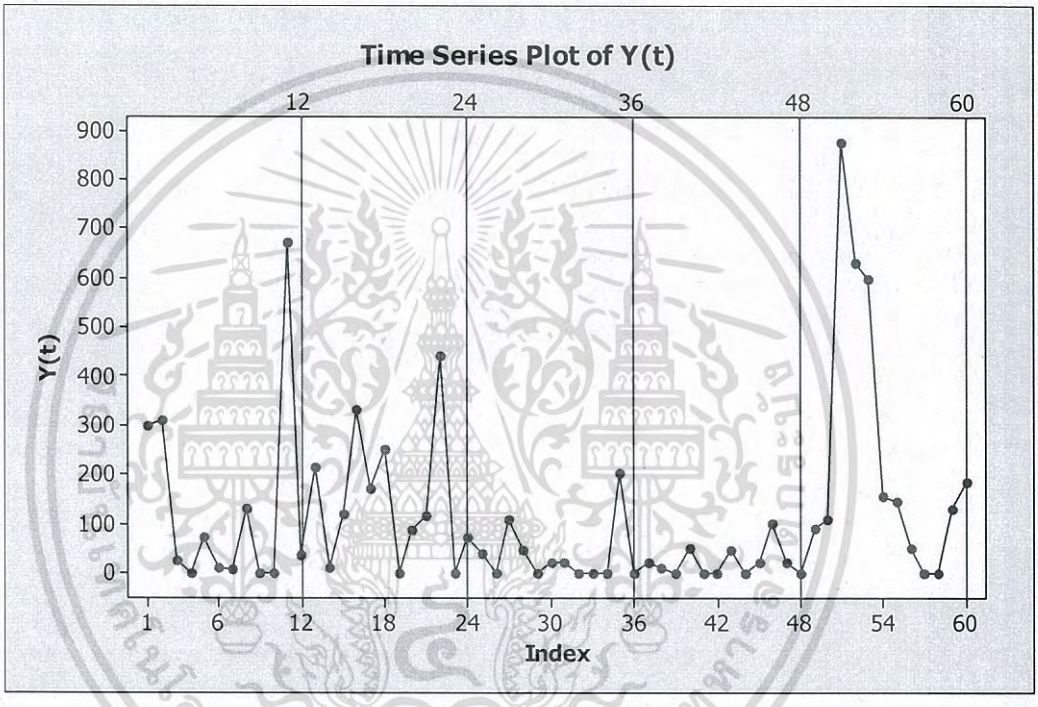
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ณ. ขั้นตอนการพยากรณ์ด้วยวิธี Box and Jenkins ของสินค้าแต่ละรายการ

สินค้า A

1. พล๊อตกราฟเพื่อดูข้อมูลว่า สเตชันนารีหรือไม่

พล๊อตกราฟระหว่างเดือนและยอดขาย โดยให้แกน X แทน เดือน และแกน Y แทน ยอดขาย โดยถ้าข้อมูลสเตชันนารีจะต้องมีค่าเฉลียและความแปรปรวนคงที่ เมื่อนำข้อมูลสินค้า A ไปตรวจสอบความ Stationary โดยวิธี Unit Root พบว่า สินค้าหมวด A สเตชันนารีแล้ว

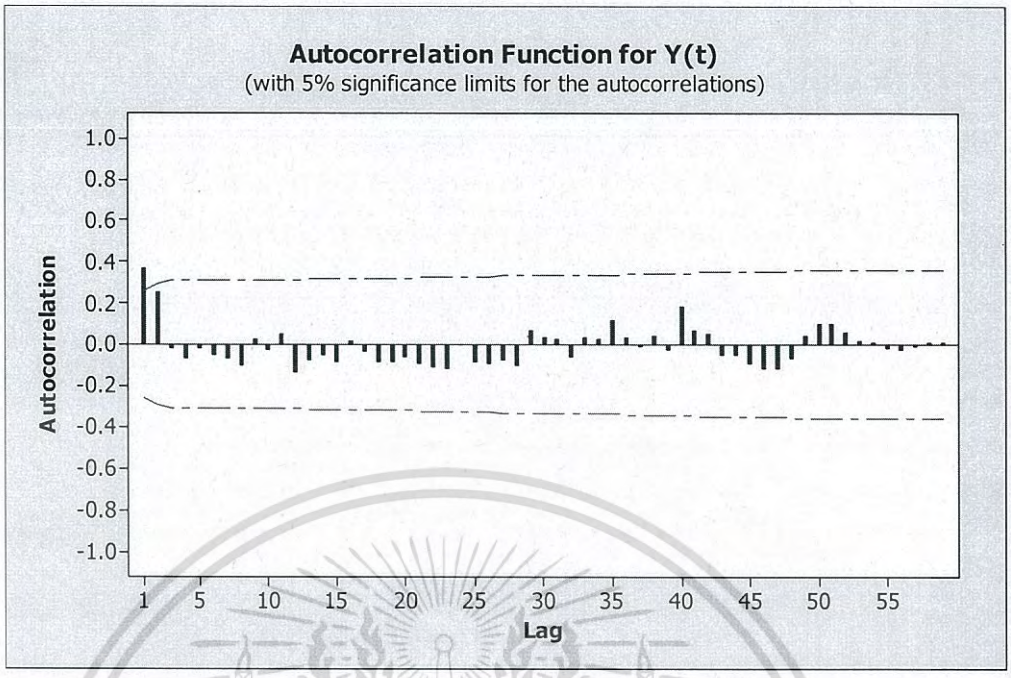


รูปที่ ณ-1 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ของสินค้า A โดยโปรแกรม Minitab

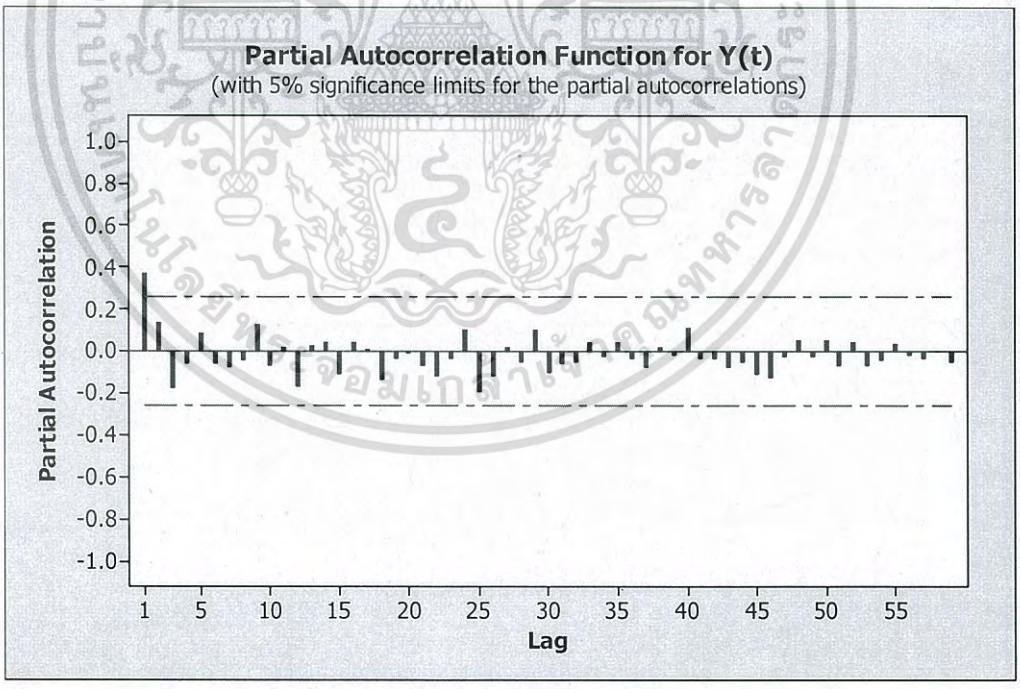
2. กำหนดรูปแบบที่เหมาะสม แล้วนำมาทดสอบสมมติฐานว่า รูปแบบนั้นควรอยู่ในสมการณ์พยากรณ์หรือไม่ โดยดูจากค่า p-value

เราสามารถวิเคราะห์ได้จากการหารูปแบบสมการพยากรณ์จาก Autocorrelation และ Partial Autocorrelation ของสินค้า A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ณ-2 คอเรลโลแกรม $r_k(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A



รูปที่ ณ-3 คอเรลโลแกรม $r_{kk}(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการหา Autocorrelation และ Partial Autocorrelation จะได้รูปแบบของสมการพยากรณ์ คือ ARMA(1,1) และเราจะนำมาตรวจสอบว่ารูปแบบดังกล่าวเหมาะสมหรือไม่โดยการดูที่ค่า p-value ดังนี้

3. ตรวจสอบค่า p-value ของค่าคลาดเคลื่อนและความแปรปรวนว่าอิสระกันหรือไม่

การตรวจสอบรูปแบบ ARMA(1,1) ทำได้โดยพิจารณาจากค่า p-value < α

ตารางที่ ณ-1 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลา สินค้า A

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0.5373	0.2839	1.89	0.063
MA	1	0.1821	0.3311	0.55	0.584
Constant		55.84	18.38	3.04	0.004
Mean		120.69	39.73		

ผลลัพธ์จากตารางที่ ณ-1 จะเห็นว่า ค่า p-value ของค่า MA 1 มีค่ามากกว่า α ซึ่งมีการตั้งสมมติฐานดังต่อไปนี้

MA (1)

$H_0 : \theta_1 = 0$

$H_1 : \theta_1 \neq 0$

ค่า p-value ของค่า MA 1 คือ 0.584 มีค่ามากกว่า α (0.05) ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ $\theta_1 = 0$ ไม่ควรมี θ_1 อยู่ในตัวแบบสมการพยากรณ์ ซึ่งจะได้ค่า Final Estimates of Parameters ค่าใหม่เมื่อนำ θ_1 ออกจากตัวแบบ ได้ค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ณ-2 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลา สินค้า A

```
Final Estimates of Parameters

      Type          Coef  SE Coef      T      P
      AR   1     0.3757   0.1217   3.09  0.003
      Constant   74.74    22.39    3.34  0.001
      Mean      119.71    35.87

      Number of observations:  60
      Residuals:    SS =  1744787 (backforecasts excluded)
                    MS =  30083  DF = 58

      Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

      Lag             12     24     36     48
      Chi-Square     9.3   13.5   23.1   42.6
      DF              10     22     34     46
      P-Value     0.505  0.918  0.922  0.616
```

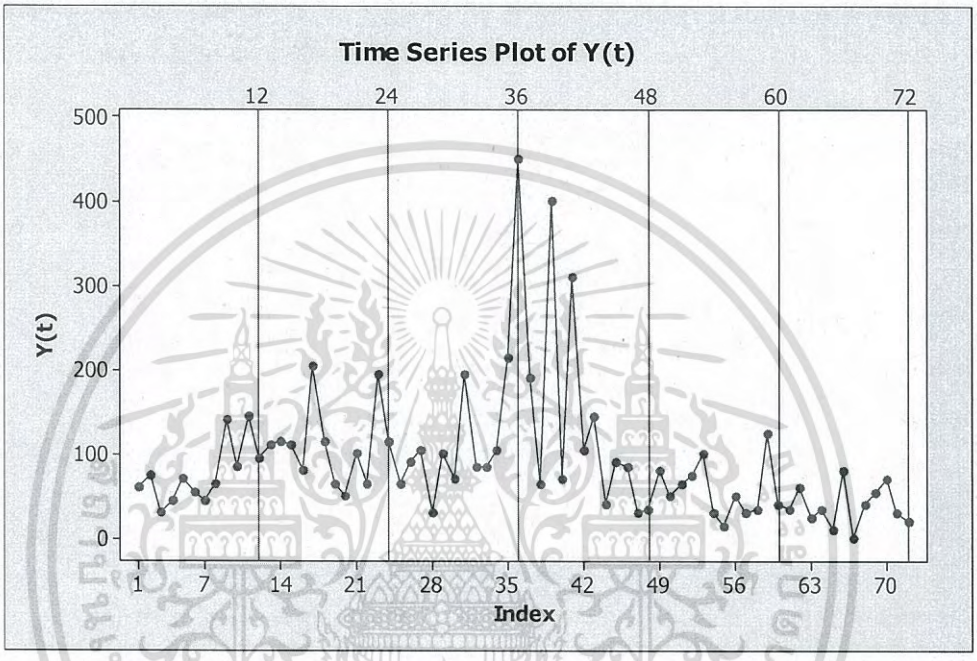
ผลลัพธ์จากตารางที่ ณ-2 จะเห็นว่า เมื่อปรับตัวแบบโดยนำ θ_1 ออกจากตัวแบบ จะได้สมการณ์พยากรณ์ใหม่คือ AR(1) ซึ่งเป็นตัวแบบที่เหมาะสมเพราะมีค่า p-value < 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้า B

1. พล๊อตกราฟเพื่อดูข้อมูลว่า สเตชันนารีหรือไม่

พล๊อตกราฟระหว่างเดือนและยอดขาย โดยให้แกน X แทน เดือน และแกน Y แทน ยอดขาย โดยถ้าข้อมูลสเตชันนารีจะต้องมีค่าเฉลียและความแปรปรวนคงที่ เมื่อนำข้อมูลสินค้า B ไปตรวจสอบความ Stationary โดยวิธี Unit Root พบว่า สินค้า B สเตชันนารีแล้ว

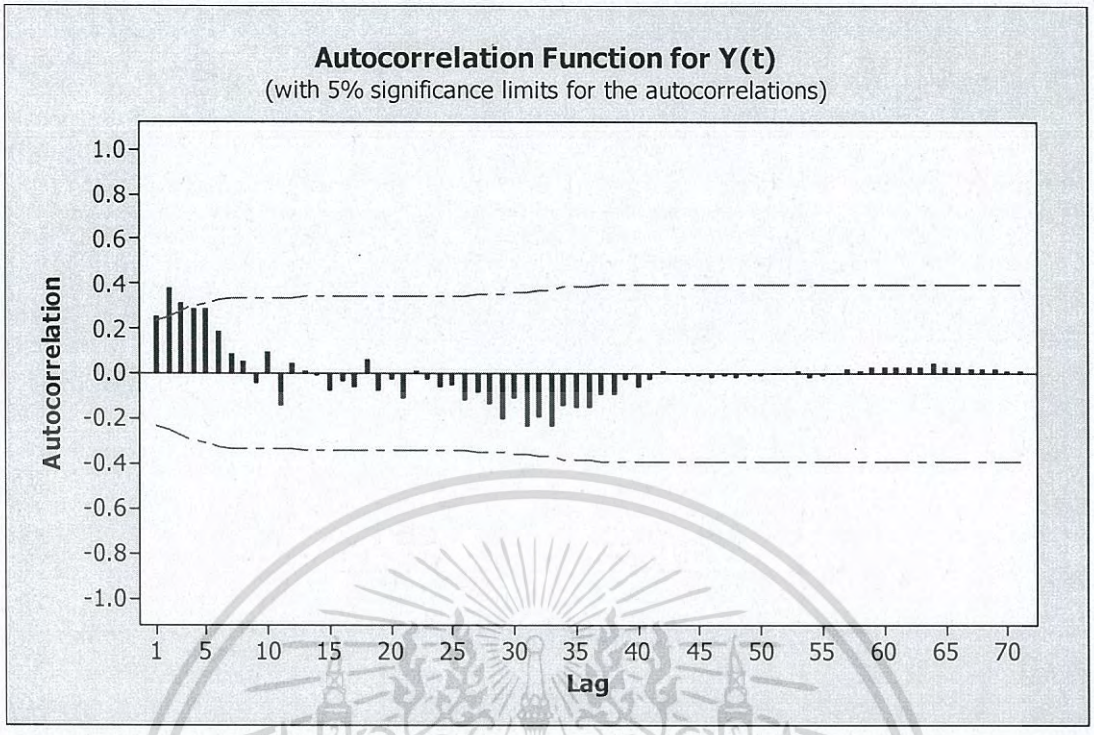


รูปที่ ณ-4 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ของสินค้า B โดยโปรแกรม Minitab

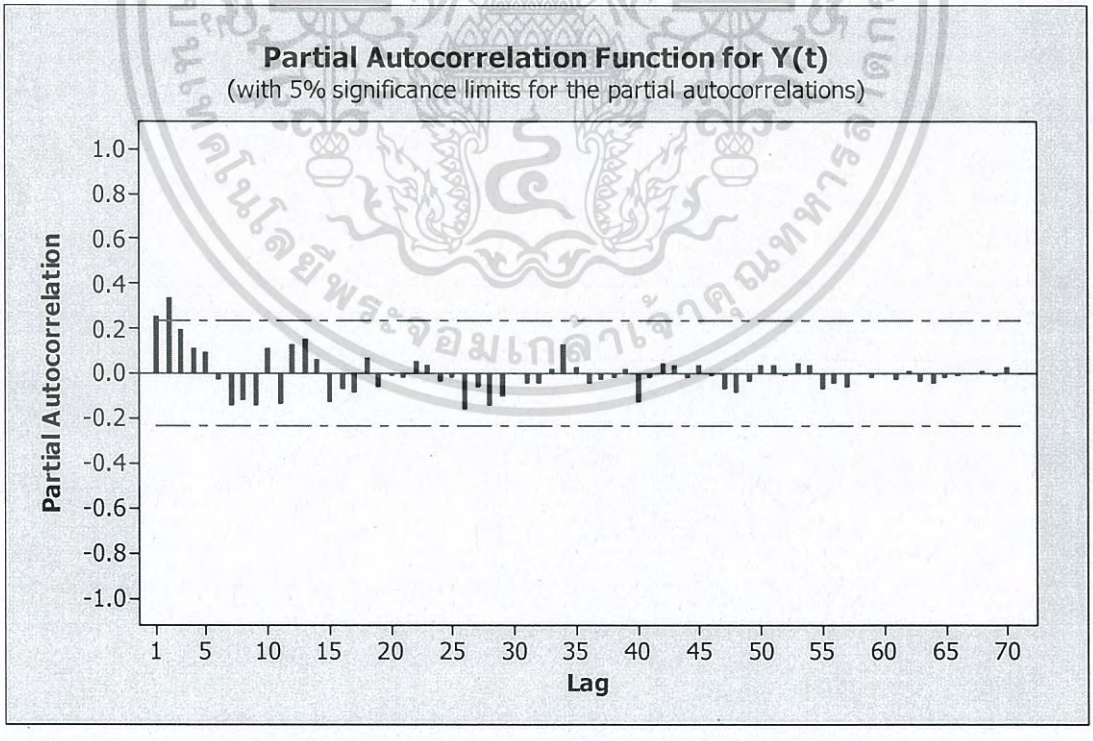
2. กำหนดรูปแบบที่เหมาะสม แล้วนำมาทดสอบสมมติฐานว่า รูปแบบนั้นควรอยู่ในสมการณ์พยากรณ์หรือไม่ โดยดูจากค่า p-value

เราสามารถวิเคราะห์ได้จากการหารูปแบบสมการพยากรณ์จาก Autocorrelation และ Partial Autocorrelation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ณ-5 คอเรลโลแกรม $r_k(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B



รูปที่ ณ-6 คอเรลโลแกรม $r_{kk}(Z_t)$ ของอนุกรมเวลายอดขายสินค้า B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการหา Autocorrelation และ Partial Autocorrelation จะได้รูปแบบของสมการพยากรณ์ คือ

ACF	PACF	รูปแบบ
Cut off ที่ 3	ลดลงอย่างต่อเนื่อง	MA(3)
ลดลงอย่างต่อเนื่อง	Cut off ที่ 2	AR(2)
ลดลงอย่างต่อเนื่อง	ลดลงอย่างต่อเนื่อง	ARMA(2,3)
ลดลงอย่างต่อเนื่อง	ลดลงอย่างต่อเนื่อง	ARMA(3,2)

3. ตรวจสอบค่า p-value ของค่าคลาดเคลื่อนและความแปรปรวนว่าอิสระกันหรือไม่

เราจะนำมาตรวจสอบว่ารูปแบบดังกล่าวเหมาะสมหรือไม่โดยการดูที่ค่า p-value ดังนี้

<u>กรณีที่ 1 MA(3)</u>

ตารางที่ ณ-3 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่1 คือ รูปแบบ MA(1)

```
Final Estimates of Parameters

Type          Coef  SE Coef      T      P
MA   1     -0.1269   0.1206  -1.05  0.297
MA   2     -0.2432   0.1185  -2.05  0.044
MA   3     -0.1417   0.1210  -1.17  0.246
Constant    90.06    13.26    6.79  0.000
Mean        90.06    13.26
```

ผลลัพธ์ข้างต้นจะเห็นว่า ค่า p-value ของค่า MA 1 มีค่ามากกว่า α ซึ่งมีการตั้งสมมติฐานดังต่อไปนี้

MA (1)

$H_0 : \theta_1 = 0$

$H_1 : \theta_1 \neq 0$

ค่า p-value ของค่า MA 1 คือ 0.297 มีค่ามากกว่า α (0.05) ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ $\theta_1 = 0$ ไม่ควรมี θ_1 อยู่ในตัวแบบสมการพยากรณ์ ซึ่งจะได้ค่า Final Estimates of Parameters ค่าใหม่เมื่อนำ θ_1 ออกจากตัวแบบ ได้ค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ณ-4 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 1 คือ รูปแบบ MA(1) ปรับรูปแบบโดยการตัด MA(1) ออกจากตัวแบบ

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
MA 1	-0.1212	0.1164	-1.04	0.301
MA 2	-0.2745	0.1169	-2.35	0.022
Constant	90.34	12.30	7.34	0.000
Mean	90.34	12.30		

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
MA 1	-0.1593	0.1184	-1.35	0.183
Constant	90.77	10.59	8.57	0.000
Mean	90.77	10.59		

จะเห็นว่าจากตารางที่ ณ-4 หลังจากปรับรูปแบบ MA(1) แล้วพบว่า <u>รูปแบบ MA(3) ไม่เหมาะสม</u> เป็นตัวแบบ เพราะมีค่า p-value มากกว่า 0.05

<u>กรณีที่ 2 AR(2)</u> ทำเช่นเดียวกันกับกรณีที่ 1

ตารางที่ ณ-5 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 2 คือ รูปแบบ AR(2)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	0.1715	0.1135	1.51	0.135
AR 2	0.3452	0.1140	3.03	0.003
Constant	42.919	8.547	5.02	0.000
Mean	88.81	17.68		

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	0.2558	0.1163	2.20	0.031
Constant	67.342	9.019	7.47	0.000
Mean	90.49	12.12		

Number of observations: 72

Residuals: SS = 409806 (backforecasts excluded)
MS = 5854 DF = 70

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	22.1	27.1	45.0	46.8
DF	10	22	34	46
P-Value	0.015	0.206	0.099	0.439

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ ณ-5 เมื่อทำการปรับสมการพยากรณ์จาก AR(2) เป็น AR(1) จะเห็นว่าค่า p-value ของ AR(1) น้อยกว่า 0.05 ควรอยู่ในตัวแบบ แต่ค่า p-value ของ Box-Pierce ควรมีค่ามากกว่าค่าแอลฟ่าเพราะเป็นการทดสอบว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันไหม ตัวแบบข้างต้นจะเห็นว่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันกล่าวคือไม่มีความเป็นอิสระกัน ดังนั้น <u>รูปแบบ AR (2) จึงไม่เหมาะสม</u> เป็นตัวแบบพยากรณ์

<u>กรณีที่ 3 ARMA(2,3)</u>

ตารางที่ ณ-6 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 3 คือ รูปแบบ ARMA(2,3)

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	-0.1178	0.1050	-1.12	0.266
AR	2	0.8852	0.1013	8.74	0.000
MA	1	-0.1765	0.1544	-1.14	0.257
MA	2	0.5761	0.1674	3.44	0.001
MA	3	-0.2127	0.1356	-1.57	0.122
Constant		19.659	6.907	2.85	0.006

ผลลัพธ์ข้างต้นจะเห็นว่า ค่า p-value ของค่า AR 1 มีค่ามากกว่า α ซึ่งมีการตั้งสมมติฐานดังต่อไปนี้

AR (1)

$H_0 : \phi_1 = 0$

$H_1 : \phi_1 \neq 0$

ค่า p-value ของค่า AR 1 คือ 0.266 มีค่ามากกว่า α (0.05) ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ $\theta_1 = 0$ ไม่ควรมี θ_1 อยู่ในตัวแบบสมการพยากรณ์ ซึ่งจะได้ค่า Final Estimates of Parameters ค่าใหม่เมื่อนำ θ_1 ออกจากตัวแบบ ได้ค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ณ-7 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 3 คือ รูปแบบ ARMA(2,3) ปรับรูปแบบโดยการตัด AR(1) ออกจากตัวแบบ

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0.8325	0.1128	7.38	0.000
MA	1	0.8298	0.1560	5.32	0.000
MA	2	-0.1784	0.1573	-1.13	0.261
MA	3	-0.1813	0.1340	-1.35	0.180
Constant		14.387	4.425	3.25	0.002
Mean		85.88	26.41		

ผลลัพธ์ข้างต้นจะเห็นว่า ค่า p-value ของค่า MA 2 มีค่ามากกว่า α ซึ่งมีการตั้งสมมติฐานดังต่อไปนี้

MA (2)

$H_0 : \theta_2 = 0$

$H_1 : \theta_2 \neq 0$

ค่า p-value ของค่า MA 2 คือ 0.261 มีค่ามากกว่า (0.05) ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ $\theta_2 = 0$ ไม่ควรมี θ_2 อยู่ในตัวแบบสมการพยากรณ์ ซึ่งจะได้ค่า Final Estimates of Parameters ค่าใหม่เมื่อนำ θ_2 ออกจากตัวแบบ ได้ค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ณ-8 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 3 คือ รูปแบบ ARMA(2,3) ปรับรูปแบบโดยการตัด MA(1) ออกจากตัวแบบ

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	-0.9994	0.0617	-16.20	0.000
MA 1	-1.1576	0.0246	-47.14	0.000
MA 2	-0.1849	0.0709	-2.61	0.011
Constant	180.80	21.46	8.42	0.000
Mean	90.43	10.73		

Number of observations: 72

Residuals: SS = 410816 (backforecasts excluded)

MS = 6041 DF = 68

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	26.2	29.4	56.7	59.8
DF	8	20	32	44
P-Value	0.001	0.081	0.005	0.056

เมื่อทำการปรับสมการพยากรณ์จาก ARMA(2,3) เป็น ARMA(1,2) จะเห็นว่าค่า p-value น้อยกว่า 0.05 ควรอยู่ในตัวแบบ แต่ค่า p-value ของ Box-Pierce และ Chi – Square ควรมีค่ามากกว่าค่าแอลฟ่าเพราะเป็นการทดสอบว่าความคลาดเคลื่อนและความแปรปรวนเป็นมีความเป็นอิสระหรือไม่ ตัวแบบข้างต้นจะเห็นว่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันกล่าวคือไม่มีความเป็นอิสระกัน ตัวแบบนี้จึงไม่เหมาะสมเป็นตัวแบบพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 4 ARMA(3,2)

ตารางที่ ณ-9 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 4 คือ รูปแบบ ARMA(3,2)

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	1.5190	0.1441	10.54	0.000
AR	2	-0.7600	0.2165	-3.51	0.001
AR	3	0.0741	0.1487	0.50	0.620
MA	1	1.5513	0.0637	24.36	0.000
MA	2	-0.9486	0.0382	-24.86	0.000
Constant		14.857	3.190	4.66	0.000

ผลลัพธ์ข้างต้นจะเห็นว่า ค่า p-value ของค่า AR 3 มีค่ามากกว่า α ซึ่งมีการตั้งสมมติฐานดังต่อไปนี้

AR (3)

$H_0 : \phi_3 = 0$

$H_1 : \phi_3 \neq 0$

ค่า p-value ของค่า AR 3 คือ 0.620 มีค่ามากกว่า α (0.05) ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ $\theta_3 = 0$ ไม่ควรมี θ_3 อยู่ในตัวแบบสมการพยากรณ์ ซึ่งจะได้ค่า Final Estimates of Parameters ค่าใหม่เมื่อนำ θ_3 ออกจากตัวแบบ ได้ค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ณ-10 การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบสมมติฐานของอนุกรมเวลาของสินค้า B กรณีที่ 4 คือ รูปแบบ ARMA(3,2) ปรับรูปแบบโดยการตัด AR(3) ออกจากตัวแบบ

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	1.4621	0.1889	7.74	0.000
AR 2	-0.6375	0.1734	-3.68	0.001
MA 1	1.5358	0.1192	12.88	0.000
MA 2	-0.9236	0.0775	-11.92	0.000
Constant	17.612	3.591	4.90	0.000
Mean	100.37	20.47		

Number of observations: 60
Residuals: SS = 281261 (backforecasts excluded)
MS = 5114 DF = 55

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	6.4	14.2	19.2	20.3
DF	7	19	31	43
P-Value	0.498	0.773	0.951	0.999

เมื่อปรับตัวแบบจาก ARMA(3,2) เป็น ARMA(2,2) จะได้ **สมการณ์พยากรณ์ใหม่คือ ARMA(2,2) ซึ่งเป็นตัวแบบที่เหมาะสม** เพราะมีค่า p-value < 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ด. ค่าพยากรณ์ความต้องการของสินค้าแต่ละรายการ และการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน VC

ตารางที่ ด-1 ค่าพยากรณ์ความต้องการและการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน VC ของสินค้า A ไม้เต็งแดงอบไสเข้าลิ้น 1"x 6"x 4"ม.

เดือน	ค่าพยากรณ์ความต้องการของสินค้า A	d_i^2
มกราคม 2559	144.2450	20806.6200
กุมภาพันธ์ 2559	128.9330	16623.7185
มีนาคม 2559	123.1800	15173.3124
เมษายน 2559	121.0190	14645.5984
พฤษภาคม 2559	120.2070	14449.7228
มิถุนายน 2559	119.9020	14376.4896
กรกฎาคม 2559	119.7870	14348.9254
สิงหาคม 2559	119.7440	14338.6255
กันยายน 2559	119.7220	14333.3573
ตุลาคม 2559	119.7220	14333.3573
พฤศจิกายน 2559	119.7200	14332.8784
ธันวาคม 2559	119.7190	14332.6390
	$\sum_{i=1}^{n} d_i = 1475.9000$	$\sum_{i=1}^{n} d_i^2 = 182095.2446$

เนื่องจาก $\sum_{i=1}^{n} d_i = 1475.9000$, $\sum_{i=1}^{n} d_i^2 = 182095.2446$ และ $n = 12$

ทำให้ทราบว่าค่า $\bar{d} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i = 122.9917$ และ $\bar{d}^2 = 15126.9501$

ทำให้ค่า $V(D) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i^2 - \bar{d}^2 = \frac{1}{12}(182095.2446) - 15126.9501 = 47.6536$

และจะได้ค่า $VC = \frac{V(D)}{\bar{d}^2} = \frac{47.6536}{15126.9501} = 0.0032$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ด-2 ค่าพยากรณ์ความต้องการและการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน VC ของสินค้า B ชักโครก EC-014-NEW 3/6 ลิตร

เดือน	ค่าพยากรณ์ความต้องการของสินค้า B	d_i^2
มกราคม 25559	14.2627	203.4246
กุมภาพันธ์ 25559	1.9181	3.6791
มีนาคม 25559	0	0
เมษายน 25559	0	0
พฤษภาคม 25559	0	0
มิถุนายน 25559	0	0
กรกฎาคม 25559	0	0
สิงหาคม 25559	0	0
กันยายน 25559	0	0
ตุลาคม 25559	0	0
พฤศจิกายน 25559	0	0.0000
ธันวาคม 25559	0	0.0000
	$\sum_{i=1}^{n} d_i = 16.1808$	$\sum_{i=1}^{n} d_i^2 = 207.1037$

เนื่องจาก $\sum_{i=1}^{n} d_i = 16.1808, \sum_{i=1}^{n} d_i^2 = 207.1037$ และ $n = 12$

ทำให้ทราบว่าค่า $\bar{d} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i = 1.3484$ และ $\bar{d}^2 = 1.8182$

ทำให้ค่า $V(D) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i^2 - \bar{d}^2 = \frac{1}{12}(207.1037) - 1.8182 = 15.4405$

และจะได้ค่า $VC = \frac{V(D)}{\bar{d}^2} = \frac{15.4405}{1.8182} = 8.4922$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ด-3 ค่าพยากรณ์ความต้องการและการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน VC ของสินค้า C ชักโครก MO12 สีขาว (บราโว)

เดือน	ค่าพยากรณ์ความต้องการของสินค้า c	d_i^2
มกราคม 25559	1	1
กุมภาพันธ์ 25559	1	1
มีนาคม 25559	1	1
เมษายน 25559	1	1
พฤษภาคม 25559	1	1
มิถุนายน 25559	1	1
กรกฎาคม 25559	1	1
สิงหาคม 25559	1	1
กันยายน 25559	1	1
ตุลาคม 25559	1	1
พฤศจิกายน 25559	1	1
ธันวาคม 25559	1	1
	$\sum_{i=1}^{n} d_i = 12$	$\sum_{i=1}^{n} d_i^2 = 12$

เนื่องจาก $\sum_{i=1}^{n} d_i = 12$, $\sum_{i=1}^{n} d_i^2 = 12$ และ $n = 12$

ทำให้ทราบว่าค่า $\bar{d} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i = 1$ และ $\bar{d}^2 = 1$

ทำให้ค่า $V(D) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i^2 - \bar{d}^2 = \frac{1}{12}(12) - 1 = 0$

และจะได้ค่า $VC = \frac{V(D)}{\bar{d}^2} = \frac{1}{1} = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้