

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพยากรณ์ยอดขายเพื่อการส่งออกในอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์

**FORECASTING EXPORT SALE FIGURES IN THE  
AUTOMOTIVE ASSEMBLY INDUSTRY**



1110619

สุดาภรณ์ ภู่อพร  
SUDAPORN POOPRA

พ.ศ.  
๒๕๕๓

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 110619  
วัน,เดือน,ปี. - 9 11 2553

b. 12256201  
i. ....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2553

KMITL-2010-SC-M-001-034

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# FORECASTING EXPORT SALE FIGURES IN THE AUTOMOTIVE ASSEMBLY INDUSTRY



**SUDAPORN POOPRA**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN APPLIED MATHEMATIC  
FACULTY OF SCIENCE  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2010**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2010**

**FACULTY OF SCIENCE**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นใบเซประยะโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คณะวิทยาศาสตร์**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**  
**ใบรับรองวิทยานิพนธ์**

**หัวข้อวิทยานิพนธ์**      การพยากรณ์ยอดขายเพื่อการส่งออกในอุตสาหกรรมยานยนต์  
Forecasting Export-Sale-Figures in the Automotive Industry

**นักศึกษา**                      นางสาวศุภาภรณ์ ภูไพบร

**รหัสประจำตัว**                50067402

**ปริญญา**                        วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา**                    คณะวิศวกรรมศาสตร์

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์**      ผศ.ดร.ณัฐชัย สีนาวงศ์



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร.ใจปอง	เกษมศิวรรณ
ดร.บุษยามาส	พิมพ์พรธัญชาติ
รศ.อดิศักดิ์	พงษ์พุดผลศักดิ์
ผศ.ดร.ณัฐชัย	สินาวงศ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 09.30 น.  
**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**  
สถานที่สอบ ณ อาคารจุฬาราม 1 คณะวิทยาศาสตร์ ห้อง 217



คณะวิทยาศาสตร์รับรองแล้ว  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชัย สีนาวงศ์ อนุมัติ)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

วันที่.....<sup>3</sup>.....เดือน.....<sup>มิย.</sup>.....พ.ศ.....<sup>53</sup>.....

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจส.  
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์  
วันที่.....<sup>7</sup>.....เดือน.....<sup>มิ.ย.</sup>.....พ.ศ.....<sup>53</sup>.....  
ลงชื่อ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบให้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
หรือกิจกรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพยากรณ์ยอดขายเพื่อการส่งออกในอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์
นักศึกษา	นางสาวสุดาภรณ์ ภู่อพร
รหัสประจำตัว	50067402
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ฉัฐ ไชย์ลีนาวงศ์

### บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณของยอดขายในอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ทำการส่งออกภายนอกประเทศ ประกอบด้วยรถยนต์นั่ง รถยนต์พาณิชย์ และรถจักรยานยนต์ โดยวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้ ได้แก่ วิธีนาอ็ฟ วิธีอนุกรมเวลา และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล เพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดกับการพยากรณ์ยอดขายในอุตสาหกรรมยานยนต์ นอกจากนี้ยังได้ทำการรวมวิธีการพยากรณ์ ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีโซลท์-วินเทอร์ และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล โดยการหาค่าถ่วงน้ำหนัก 2 วิธี คือการหาค่าถ่วงน้ำหนักของกำหนดการเชิงเส้น และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาลในการหาค่าน้ำหนักเฉลี่ย และนำมาเปรียบเทียบกับวิธีพยากรณ์เชิงปริมาณแบบเดิม โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลยอดขายในอดีตตั้งแต่ปี 2545 มาเป็นข้อมูลเข้าในการวิเคราะห์ ซึ่งค่าที่ใช้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์มีหลายค่า เช่น เปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil เป็นตัววัดประสิทธิผลของเทคนิควิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ ข้างต้น

จากการศึกษาพบว่าสามารถหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด เมื่อใช้ค่าวัดความถูกต้องข้างต้นเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ เช่น วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ทุกประเภท คือ วิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น ซึ่งได้จากการรวมกันของวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีโซลท์-วินเทอร์ และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล เมื่อใช้เปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการวัดความถูกต้อง หรือวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ทุกประเภท คือวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย เมื่อใช้ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการวัดความถูกต้อง

<b>Thesis Title</b>	Forecasting Export Sale Figures in the Automotive Assembly Industry
<b>Student</b>	Miss.Sudaporn Poopra
<b>Student ID</b>	50067402
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Programme</b>	Applied Mathematics
<b>Year</b>	2009
<b>Thesis Advisor</b>	Asst.Prof.Dr.Chartchai Leenawong

### ABSTRACT

In this thesis, quantitative forecasting is applied to the automotive industry in Thailand. Sale figures of personal car, commercial cars, and motorcycles are the quantities of interest. Different forecasting methods such as Naïve methods, time series methods, and regression analysis are used in order to find the most appropriate ones for these figures. A forecasting methods that uses a linear combination of Decomposition Method (DM), Holt-Winter Method (HWS), and Regression Analysis (REG) is also applied to all the data. Two approaches for the weight calculation in the combined method are as follow: 1.finding the weights that linear programming of the combined error and 2.using a regression to find the desired weights. Historical data used in these research are drawn from the years 2002 onwards. Various forecasting accuracy measures; for example root mean square error (RMSE), mean absolute percentage error (MAPE), and Theil's inequality coefficient are applied to each forecasting method associated with each type of automotive industry. An analysis on effectiveness of the results is also concluded.

The main contribution of this thesis is being able to find appropriate quantitative forecasting methods for automotive industry based on the above accuracy measures. For example, If the criterion is MAPE, the best method for each type of automotive industry is the combined method of DM, HWS, and REG that uses linear programming in obtaining the weights. On the other hand, If the criterion is RMSE, the best method for each type of automotive industry is the combined method of DM, HWS, and REG that uses regression in obtaining the weight by RMSE.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจากผศ.ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกคน ที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตศึกษา และบัณฑิตวิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือ ในเรื่องต่างๆ

ขอขอบคุณพี่เจนจิรา ทิพย์ญาณ และน้องสัจจา ดวงชัยอยู่สุขที่คอยให้คำปรึกษาตั้งแต่ต้นจนเสร็จสมบูรณ์เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกๆ เรื่องทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุดาภรณ์ ภู่แพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	IX
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขต.....	2
1.4 สมมติฐาน.....	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.7 ขั้นตอนการทำ.....	4
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>5</b>
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยานยนต์.....	5
2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	7
2.3 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์.....	23
2.4 คำวัดความถูกต้องของการพยากรณ์.....	24
2.5 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย</b> .....	<b>33</b>
3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล.....	33
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	34
3.3 การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีการพยากรณ์รวม.....	35
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น</b> .....	44
4.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของข้อมูล ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์.....	44
4.2 ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมประกอบ ยานยนต์ด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยว.....	52
4.3 ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมประกอบ ยานยนต์ด้วยวิธีการพยากรณ์รวม.....	69
4.4 ผลการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์.....	76
4.5 ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า.....	89
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b> .....	93
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	93
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	97
5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	99
<b>บรรณานุกรม</b> .....	100
<b>ภาคผนวก</b> .....	102
<b>ประวัติผู้เขียน</b> .....	110

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) สำหรับ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล .....	18
2.2 การแปลผลค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย.....	25
4.1 แสดงการหาค่าจำนวนผลต่างครั้งที่หนึ่งของ $Y_i - Y_{i-1}$ หรือค่า $V$ ของรถยนต์นั่ง.....	45
4.2 แสดงการหาค่า $V$ ของรถยนต์พามิชย์.....	48
4.3 แสดงการหาค่า $V$ ของรถจักรยานยนต์ .....	50
4.4 ผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้าของยอดขายของยานยนต์ ในแต่ละประเภท โดยวิธีพยากรณ์ด้วยวิธีนาอิว.....	53
4.5 ผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้าของยอดขายของยานยนต์ ในแต่ละประเภท ด้วยวิธีพยากรณ์การทำให้เรียบแบบ เอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ .....	56
4.6 ผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้าของยอดขายของยานยนต์ ด้วยวิธีพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบด้วยโปรแกรม <i>ForecastX</i> โดยโปรแกรมจะเลือกวิธีที่ทำให้ค่า RMSE น้อยที่สุดในการกำจัด อิทธิพลของฤดูกาล.....	59
4.7 แสดงผลการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยโดย วิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน ของยอดขายรถยนต์นั่ง .....	63
4.8 แสดงการทดสอบค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ.....	64
4.9 แสดงค่า Durbin-Watson ที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้า สมการถดถอยด้วยวิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระ .....	64
4.10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคู่ตัวแปรอิสระที่ได้จากการ คัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระ.....	65
4.11 ผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้าของยอดขายของยานยนต์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล.....	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 ผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้าของยอดขายรายขนยนต์ ในแต่ละประเภทด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้นำหนักแบบกำหนดการเชิงเส้นด้วยโปรแกรม Excel.....	74
4.12 การเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงของยอดขาย อุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง กับค่าพยากรณ์ที่ได้จากการพยากรณ์แต่ละวิธี.....	77
4.13 การเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงของยอดขาย อุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถยนต์พาณิชย์ กับค่าพยากรณ์ที่ได้จากการพยากรณ์แต่ละวิธี.....	79
4.14 การเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงของยอดขาย อุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถจักรยานยนต์ กับค่าพยากรณ์ที่ได้จากการพยากรณ์แต่ละวิธี.....	81
4.15 ผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ ประเภทรถยนต์นั่ง.....	87
4.16 ผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนของยอดขายของอุตสาหกรรม การประกอบยานยนต์ประเภทรถยนต์พาณิชย์.....	88
4.17 ผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของยอดขายของอุตสาหกรรม การประกอบยานยนต์ประเภทรถจักรยานยนต์.....	88
4.18 แสดงค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดเมื่อใช้ MSE, RMSE เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ.....	89
4.19 แสดงค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดเมื่อใช้ MAPE เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ.....	90
4.20 แสดงค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดเมื่อใช้ MAE เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ.....	91

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.1	ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลยอดขายรถยนต์นั่ง..... 45
4.2	ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลรถยนต์พามิชย์..... 47
4.3	ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลยอดขายรถจักรยานยนต์..... 50
4.4	ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พามิชย์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีนาอิว..... 54
4.5	ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภท รถจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีนาอิว..... 55
4.6	ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พามิชย์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีพยากรณ์ การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์..... 57
4.7	ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภทรถจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์..... 58
4.8	ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พามิชย์ 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ โดยใช้โปรแกรม <i>ForecastX</i> ..... 60
4.9	ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภทรถจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ โดยใช้โปรแกรม <i>ForecastX</i> ..... 61
4.10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Sale Cars กับตัวแปรอิสระ..... 62
4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวเศษเหลือ ( $e_t$ ) กับค่าประมาณของตัวแปรตาม..... 65
4.12	ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ ประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พามิชย์ 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล..... 68
4.13	ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ ประเภทรถจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล..... 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.14 ผลการพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ในประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พาณิชย์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้น้ำหนักแบบกำหนดการเชิงเส้น.....	72
4.15 ผลการพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ในประเภทรถจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้น้ำหนักแบบกำหนดการเชิงเส้น.....	72
4.16 ผลการพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พาณิชย์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้น้ำหนักแบบวิธีการวิเคราะห์การถดถอย.....	75
4.17 ผลการพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ประเภทรถจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้น้ำหนักแบบวิธีการวิเคราะห์การถดถอย.....	76
4.18 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงของยอดขายประเภทรถยนต์นั่ง.....	84
4.19 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงของยอดขายประเภทรถยนต์พาณิชย์.....	85
4.20 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงของยอดขายประเภทรถจักรยานยนต์.....	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มา

สภาพการณ์ของโลกในปัจจุบันนี้มีความเปลี่ยนแปลงและผันผวนอยู่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสถานภาพทางสังคม การเมือง การปกครองและเศรษฐกิจ ซึ่งมีอิทธิพลโดยตรงต่อสภาพความเป็นอยู่ของมนุษยชาติในสังคมโลก รวมทั้งประเทศไทยเราเองก็เช่นกัน สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสินค้าอุปโภค บริโภค สินค้าและผลิตภัณฑ์ด้านอุตสาหกรรม มีความสำคัญและส่งผลโดยตรงต่อฐานะทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งที่ส่งผลต่อการพัฒนาประเทศให้มีความมั่นคงและประชากรสามารถดำรงชีวิตได้อย่างผาสุก

จากสภาพเศรษฐกิจที่ชะลอตัวลงทั่วโลกจากปัญหาวิกฤติการเงินในสหรัฐอเมริกาได้ทอยส่งผลกระทบต่อให้เห็นมากยิ่งขึ้นตามลำดับในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมรถยนต์ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งอุตสาหกรรมที่ได้รับผลกระทบอย่างมาก เพราะนอกจากจะได้รับผลกระทบจากเศรษฐกิจโลกที่ชะลอตัวลงส่งผลให้ผู้บริโภคเริ่มระมัดระวังในการใช้จ่ายมากขึ้นแล้ว ก่อนหน้านี้ยังต้องเผชิญกับปัญหาราคาน้ำมันที่พุ่งขึ้นไปสูงสุดเป็นประวัติการณ์ในเดือนกรกฎาคม และแม้ขณะนี้ราคาน้ำมันในตลาดโลกจะปรับลดลงมาแล้ว แต่อุตสาหกรรมรถยนต์กลับต้องเผชิญกับปัญหาสภาพคล่องตัวทางการเงินจากวิกฤติสินเชื่อ ซึ่งส่งผลทั้งต่อบริษัทผู้ผลิตเองที่ขาดทุนหมุนเวียน และส่งผลให้ผู้บริโภคเข้าถึงเงินกู้ยากขึ้นด้วย ทำให้ยอดขายรถยนต์ในหลายๆ ประเทศลดลงอย่างต่อเนื่อง

ด้วยสาเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาหาตัวแบบการพยากรณ์เพื่อช่วยในการตัดสินใจและวางแผนแก่ประชาชนภายในประเทศที่มีการใช้งานยานยนต์เพื่อพิจารณาปริมาณการส่งออกของอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่น่าเชื่อถือ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ และใช้วิธีการที่เป็นระบบและเทคนิคในการคาดการณ์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับมาใช้เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือของข้อมูลในอนาคต โดยสมมติฐานก็คือเหตุการณ์ในอดีตจะมีผลต่อเนื่อง ไปยังอนาคต ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการคาดการณ์จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ในกระบวนการในลำดับต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณการส่งออกของอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์
2. เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนงานของอุตสาหกรรมรถยนต์

## 1.3 ขอบเขต

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เทคนิคการพยากรณ์ 5 วิธี ได้แก่ วิธีนาอิวฟ์ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method) วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (Regression Analysis) โดยมีการปรับปรุงวิธีขึ้นใหม่ให้เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูล

ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์อ้างอิงจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ โดยเป็นยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ประเภทต่างๆ ที่ส่งออกภายนอกประเทศ ตั้งแต่เดือนมกราคมปี พ.ศ.2545 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ปี พ.ศ.2552

ประเภทของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่นำมาพิจารณามี 3 ประเภท คือ รถยนต์นั่ง รถยนต์พาณิชย์ และรถจักรยานยนต์

โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ได้แก่ Microsoft Excel version 2003 และ *ForecastX*

ค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่ใช้ คือ ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) ค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil (Theil's inequality coefficient)

## 1.4 สมมติฐาน

วิธีการพยากรณ์ทั้ง 6 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ วิธีนาอิวฟ์ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล วิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้กำหนดการเชิงเส้น และวิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย มีความแม่นยำแตกต่างกัน

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

**เลขดัชนี (Index Number)** เป็นเครื่องมือในการบ่งชี้สถานการณ์ต่าง ๆ ที่สนใจ ทำให้เราสามารถมองเห็นภาพของการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญหรือ เห็นภาพการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่น่าสนใจ อาจจะใช้ในวงการทางธุรกิจหรือวงการอื่นๆ เช่น ทางด้านการศึกษาอาจจะใช้ดัชนีทางการศึกษา เพื่อเป็นตัวชี้วัดในการพัฒนาทางการศึกษา ส่วนในวงการธุรกิจเลขดัชนีเป็นเครื่องมือที่ชี้ให้เห็น สถานการณ์ทางเศรษฐกิจ และธุรกิจที่สำคัญเครื่องมือหนึ่ง ใช้ในการวัดความเคลื่อนไหวการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่ต้องการศึกษา จากระยะเวลาหนึ่งไปอีกระยะเวลาหนึ่ง หรือจากสถานที่หนึ่งไปอีก สถานที่หนึ่ง โดยใช้ระยะเวลาหรือ สถานที่ ที่ต้องการเป็นตัวเปรียบเทียบ หรือเรียกว่าเป็นฐานในการเปรียบเทียบและอยู่ในรูปของ สัดส่วนหรือร้อยละ โดยทั่วไปเลขดัชนีนิยมใช้ในการอธิบายเชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้า ปริมาณ มูลค่าการซื้อขาย ตลอดจนมูลค่าของสินค้าและบริการต่างๆ เป็นต้น

ประเภทของเลขดัชนี ที่สำคัญมี 3 ประเภท คือ

1. เลขดัชนีราคา (I)
2. เลขดัชนีปริมาณ (QI)
3. เลขดัชนีมูลค่า (VI)

**ดัชนีราคาผู้บริโภค หรือ Consumer Price Index (CPI)** หมายถึง ดัชนีที่ชี้วัดการเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าและบริการประเภทที่ประชาชนซื้อบริโภคประจำวัน การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะทำการเปรียบเทียบช่วงเวลาปัจจุบันกับช่วงเวลาหนึ่ง หรือที่เรียกว่าปีฐาน ในการคำนวณดัชนีราคานี้ หน่วยงานที่รับผิดชอบจะคัดเลือกรายการสินค้ามากุ่มหนึ่งมาเป็นตัวแทนของสินค้าและบริการทั้งหมด โดยดัชนีราคาผู้บริโภคสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้ เช่น ดัชนีราคาผู้บริโภคด้านยานพาหนะและราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (CPI/V&F)

**ดัชนีราคาผู้ผลิต** เป็นดัชนีชี้วัดการเปลี่ยนแปลงราคาสินค้าโดยเฉลี่ยที่ผู้ผลิตในประเทศได้รับจากการขายสินค้า ณ แหล่งผลิต ไม่รวมค่าขนส่งและภาษีมูลค่าเพิ่ม

ดัชนีราคาผู้ผลิตของประเทศ มี 2 โครงสร้าง ได้แก่

(1) โครงสร้างแบ่งตามกิจกรรมการผลิต (Classification of Products by Activity: CPA) ประกอบด้วย ดัชนีรวม และ 3 หมวดใหญ่ คือ

- หมวดผลผลิตเกษตรกรรม
- หมวดผลิตภัณฑ์จากเหมือง
- หมวดผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## (2) โครงสร้างแบ่งตามขั้นตอนการผลิต (Stage of Processing: SOP) ประกอบด้วย

- หมวดสินค้าสำเร็จรูป
- หมวดสินค้ากึ่งสำเร็จรูป (สินค้าแปรรูป)
- หมวดสินค้าวัตถุดิบ

การจัดทำดัชนีราคาผู้ผลิต จำเป็นต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยอยู่เสมอตามโครงสร้างการผลิตที่เปลี่ยนแปลง ทั้งรายการสินค้า (Items) ลักษณะจำเพาะสินค้า (Specifications) แหล่งจัดเก็บราคาและน้ำหนักความสำคัญของสินค้า (Weights) ตลอดจนปีฐาน (Base year) ที่ใช้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของราคา โดยลักษณะจำเพาะสินค้าและแหล่งจัดเก็บข้อมูลราคาจะดำเนินการปรับปรุงทุกปี เพื่อให้ทันสมัย ส่วนการปรับปรุงโครงสร้าง รายการน้ำหนักสินค้าและปีฐาน จะปรับทุก 5 ปี ตามโครงสร้างการผลิตที่เปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาจากข้อมูลในตารางบัญชีการผลิต - ผลผลิตของประเทศไทย (Input-Output Table of Thailand) ที่จัดทำโดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตรกรรม จากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ข้อมูลเหมืองแร่ และอุตสาหกรรม จากกระทรวงอุตสาหกรรม รวมทั้งข้อมูลอื่นๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน

### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวแบบจำลองการพยากรณ์ของอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์
2. ได้ทราบถึงเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่เหมาะสมในการพยากรณ์
3. ได้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่ออุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์

### 1.7 ขั้นตอนการทำ

- 1 ศึกษาเอกสารในเรื่องการพยากรณ์
- 2 ทำการค้นคว้าหางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3 เก็บข้อมูลของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทต่างๆ
- 4 ทำการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยว
- 5 ทำการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยการให้นำหนัก 2 แบบ
- 6 เปรียบเทียบวิธีการทดลอง
- 7 สรุปผลการทดลองว่าวิธีการพยากรณ์แบบใดมีความเหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากเหตุการณ์ในอนาคตเป็นสิ่งที่ควบคุมไม่ได้ อีกทั้งในปัจจุบันเป็นยุคโลกาภิวัตน์ มีการพัฒนาข้อมูลข่าวสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมากขึ้น การวางแผนและการตัดสินใจในการดำเนินธุรกิจใดๆ จะมีความซับซ้อนมากขึ้น การพยากรณ์จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการวางแผนและการตัดสินใจ

การพยากรณ์เชิงปริมาณเป็นการพยากรณ์ที่ต้องอาศัยความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์และสถิติ ไปสร้างรูปแบบหรือสมการพยากรณ์เพื่อจะพยากรณ์ข้อมูลหรือเหตุการณ์ในอนาคต ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ แบบที่ 1 คือ การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series Model) เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยข้อมูลในอดีตมาพิจารณาว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลดังกล่าวเมื่อเวลาเปลี่ยนไปมีลักษณะเป็นอย่างไร โดยมีข้อสมมติว่าแผนแบบการเคลื่อนไหวของข้อมูลในอนาคตจะไม่แตกต่างจากแผนแบบการเคลื่อนไหวของข้อมูลในอดีต ตัวอย่างของการพยากรณ์แบบนี้ ได้แก่ วิธีนาอิว (Naïve) อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน (Decomposition) การทำให้เรียบ (Smoothing Method) การพยากรณ์แบบปรับได้ (Adaptive Forecasting) แบบที่ 2 คือ การพยากรณ์แบบเป็นเหตุเป็นผล เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต้องพยากรณ์กับตัวแปรที่มีอิทธิพล หรือมีผลกระทบต่อตัวแปรที่ต้องการจะพยากรณ์ ตัวอย่างของการพยากรณ์แบบนี้ ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) การพยากรณ์เชิงเศรษฐมิติ (Econometric Forecasting) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยานยนต์

อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งในด้านการผลิต การตลาด การจ้างงาน การพัฒนาเทคโนโลยี และความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ อีกหลายประเภทในด้านการลงทุน ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางของผู้ผลิตรายานยนต์ทั่วโลก ทั้งค่ายญี่ปุ่น ยุโรป และอเมริกาเหนือ และเป็นรากฐานการผลิตรถกระบะและรถจักรยานยนต์อันดับต้นของโลก โดยอุตสาหกรรมยานยนต์จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) รถยนต์นั่ง หมายถึง รถยนต์ที่ใช้ส่วนตัวไม่ได้ใช้เพื่อการค้า หรือเพื่อขนส่งสินค้า เช่น รถเก๋ง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) รถยนต์พาณิชย์ หมายถึง รถยนต์ที่ใช้เพื่อการค้า หรือเพื่อขนส่งสินค้าต่าง ๆ เช่น รถกระบะ รถบรรทุก เป็นต้น
- 3) รถจักรยานยนต์

### อุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์

การผลิตรถยนต์ของไทยมีการเติบโตอย่างมากในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา จากที่มีการผลิตเพียง 454,797 คัน ในปี 2544 เพิ่มขึ้นเป็น 1,287,346 คัน ในปี 2550 หรือเติบโตถึงร้อยละ 183.06 หรือ 2.83 เท่า และหากเปรียบเทียบกับปี 2549 ปริมาณการผลิตรถยนต์ของไทยยังคงมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องโดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.54 โดยเป็นการผลิตเพื่อการส่งออก 689,092 คัน เพิ่มขึ้นจากปี 2549 ร้อยละ 27.33 โดยประเภทรถยนต์ที่มีการผลิตเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ รถกระบะ มีอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.45 รองลงมาคือ รถยนต์นั่ง เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.56 ส่วนรถยนต์เพื่อการพาณิชย์ (ไม่รวมรถกระบะ) 3,421 คัน ในจำนวนนี้เป็นการผลิตเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ 99,066 คัน และการผลิตเพื่อการส่งออก 132,674 คัน โดยปริมาณการผลิตรถยนต์ดังกล่าวมีการผลิตเพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 27.38 และมีการผลิตเพิ่มขึ้นทั้งด้านการผลิตเพื่อการจำหน่ายภายในประเทศและการผลิตเพื่อการส่งออก สำหรับประเภทที่มีการผลิตเพิ่มมากที่สุด คือ รถยนต์นั่ง มีการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 45.13 รองลงมา คือ รถกระบะ 1 คัน มีการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 22.47

### รถจักรยานยนต์

การผลิตรถจักรยานยนต์ของไทยมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นมาโดยตลอด นับตั้งแต่ปี 2541 เป็นต้นมา ตามความต้องการในประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสมัยก่อนเส้นทางคมนาคมยังไม่สะดวกทั่วถึง รถจักรยานยนต์ซึ่งเป็นพาหนะที่มีราคาไม่แพงมากนักจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมของผู้บริโภค ประกอบกับจากคุณสมบัติที่เป็นยานพาหนะที่มีความคล่องตัวสูง ให้ความสะดวกรวดเร็วในการเดินทางประหยัดน้ำมันกว่าการใช้รถยนต์ จึงได้รับความนิยมในเมืองใหญ่ โดยเฉพาะใน กทม.และปริมณฑล ที่มีจราจรติดขัดมาก จากการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของความต้องการรถจักรยานยนต์ทำให้ไทยเป็นตลาดรถจักรยานยนต์ที่มีขนาดใหญ่ตลาดหนึ่งในภูมิภาค โดยปริมาณการผลิตรถจักรยานยนต์ได้เพิ่มขึ้นไปสูงสุดที่ 2,867,295 คัน ในปี 2547 ก่อนที่จะเริ่มชะลอตัวการผลิตในช่วง 3 ปีหลังมานี้ อันมีสาเหตุมาจากเศรษฐกิจที่เริ่มชะลอตัวลง ประกอบกับราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก จึงส่งผลให้ปริมาณการผลิตรถจักรยานยนต์ลดลงเหลือ 2,358,510 คัน ในปี 2548 เหลือ 2,084,401 คัน ในปี 2549 และ 1,853,985 คัน ในปี 2550

แม้ว่าที่ผ่านมาการผลิตรถยนต์ของไทยจะมีการขยายตัวสูงอย่างต่อเนื่อง แต่จากสภาพเศรษฐกิจโลกในปัจจุบัน รวมถึงสถานการณ์ตลาดรถยนต์ในหลายๆ ประเทศทั่วโลกที่ไม่สู้ดีนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่เป็นตลาดรถยนต์ของโลกอย่าง สหรัฐอเมริกา จีน ยุโรป และญี่ปุ่น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้น ประเทศไทยเองก็ได้รับผลกระทบจากวิกฤติเศรษฐกิจโลกเช่นกัน ทำให้คาดการณ์ได้ว่า แนวโน้มการขยายตัวของการส่งออกในช่วงต่อไปจะชะลอตัวอย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ยอดขายรถยนต์ภายในประเทศ และยอดจำหน่ายออกนอกประเทศในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ก็มีแนวโน้มขยายตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยรถยนต์ประเภทที่มีการส่งออกมากที่สุด คือ รถกระบะ รองลงมา คือ รถยนต์นั่ง ตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ ออสเตรเลีย อินโดนีเซีย ซาอุดีอาระเบีย สิงคโปร์ ฟิลิปปินส์ นิวซีแลนด์ กรีซ สหรัฐอาหรับ และสเปน ส่วนรถยนต์ประเภทที่มียอดจำหน่ายภายในประเทศมากที่สุด คือ รถกระบะ 1 คัน รองลงมาเป็นรถยนต์นั่ง

อย่างไรก็ตามปัจจุบันปัญหาการชะลอตัวของเศรษฐกิจในหลายภูมิภาคทั่วโลกค่อยๆทวีความรุนแรงมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นของผู้บริโภคและนักลงทุน และจะส่งผลกระทบต่อการใช้จ่ายของผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รถยนต์ ซึ่งจัดเป็นสินค้าฟุ่มเฟือย รวมถึงเป็นปัจจัยในการผลิตอุตสาหกรรมอย่างหนึ่ง ส่งผลให้ยอดขายรถยนต์ตกลงในหลายประเทศ โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกา ซึ่ง 3 บริษัท ผลิตรถยนต์ขนาดใหญ่ของสหรัฐอเมริกาอย่างบิ๊กทรี (Big Three) ซึ่งประกอบด้วย เจเนอรัลมอเตอร์ (General Motors) ฟอร์ดมอเตอร์ (Ford Motors) และไครสเลอร์ (Chrysler) กำลังประสบกับภาวะขาดทุนอย่างต่อเนื่องจากยอดขายรถยนต์ที่ตกลงมาก นอกจากนี้ค่ายรถญี่ปุ่นเองก็ประสบกับปัญหาดังกล่าวเช่นกัน โดยยอดผลิตทั่วโลกในเดือนสิงหาคมปี 2551 ต่างตกลงเช่นเดียวกัน ปัญหาวิกฤติทางการเงินในสหรัฐอเมริกานั้นเริ่มส่งสัญญาณให้เห็นถึงทิศทางที่จะขยายความรุนแรงไปยังภูมิภาคอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็น ญี่ปุ่น หรือ สหภาพยุโรป เป็นต้น และปัญหาดังกล่าวคาดว่าจะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ โดยรวมให้ยังคงชะลอตัวลงไป โดยคาดว่ายังคงต้องใช้เวลาพอสมควรกว่าที่เศรษฐกิจของหลายประเทศจะสามารถฟื้นตัวจากวิกฤติเศรษฐกิจที่รุนแรงนี้ได้ รวมทั้งราคาน้ำมันที่มีแนวโน้มผันผวน ทำให้คาดการณ์ได้ว่าตลาดการส่งออกรถยนต์ของไทยในปีหน้าจะไม่สดใสนักจากที่ต้องเผชิญกับอุปสรรคเหล่านี้

## 2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูล (Data) บางครั้งเรียกว่า “ค่าสังเกตได้” หมายถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ได้จากการเก็บรวบรวม ซึ่งสามารถนำค่าที่สังเกตได้เหล่านี้ไปวิเคราะห์แปลความหมายและนำเสนอเผยแพร่ ข้อมูลทางสถิติไม่ใช่ข้อมูลที่เป็นตัวเลขเท่านั้นอาจเป็นข้อความ หรือผลที่ได้จากการสังเกตอื่นๆ ที่มีประโยชน์ต่อการพิจารณาและนำไปใช้ (ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์, 2535)

อนุกรมเวลา (Time Series) หมายถึง ข้อมูลหรือค่าสังเกตที่เปลี่ยนแปลงไปตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้น ข้อมูลเหล่านี้ถูกเก็บรวบรวม ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ ที่เท่า ๆ กันหรือไม่ก็ได้ (ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) คือข้อมูลที่ใช้เวลาการเก็บต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุดช่วงเวลาที่กำหนด เหมาะสำหรับงานวิจัยที่ต้องการศึกษาว่าองค์ประกอบที่ทำให้ค่าของข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปคือเวลา ดังนั้นข้อมูลอนุกรมเวลาจะใช้เวลานานในการเก็บรวบรวมข้อมูล (ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. 2535)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลามีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาแผนแบบการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาและสร้างรูปแบบอนุกรมเวลาแทนลักษณะการเคลื่อนไหวดังกล่าวเพื่อพยากรณ์ค่าในอนาคตจากรูปแบบอนุกรมเวลาที่สร้างขึ้นภายใต้ข้อสมมติว่าแผนแบบการเคลื่อนไหวในอนาคตไม่ต่างจากแผนแบบการเคลื่อนไหวในอดีต (ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2549)

สำหรับปัญหาพิเศษฉบับนี้ใช้วิธีต่าง ๆ ดังนี้

- 1) วิธีนาลีฟ
- 2) วิธีแยกส่วนประกอบ
- 3) วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์
- 4) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล
- 5) วิธีการพยากรณ์รวม

### 2.2.1 วิธีนาลีฟ

ค่าพยากรณ์ในอนาคตเป็นค่าที่ปรับจากค่าสังเกตล่าสุด โดยคาดการณ์จากข้อมูลที่มีรูปแบบอนุกรมเวลา

$$F_t = A_{t-1} \quad (2.1)$$

เมื่อ  $F_t$  คือ ค่าพยากรณ์ ณ คาบเวลา  $t$

$A_{t-1}$  คือ ค่าจริง ณ คาบเวลา  $t-1$

### 2.2.2 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition)

การพยากรณ์ด้วยวิธีนี้จะทำการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกเป็นส่วนๆ ดังนี้ ค่าแนวโน้ม (Trend) ความผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Variation) ความผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical Variation) ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ (Irregular Variation)

#### 2.2.2.1 ค่าแนวโน้ม (Trend)

สัญลักษณ์ที่ใช้คือ  $T$  เป็นการศึกษาการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาในระยะยาว ลักษณะแนวโน้มอาจจะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ และเป็นได้ทั้งแนวโน้มขึ้น (Upward Trend) และแนวโน้มลง (Downward Trend) การสร้างเส้นแนวโน้มทำได้ 2 แบบ คือ การสร้างเส้นแนวโน้มแบบประมาณด้วยสายตา และการสร้างเส้นแนวโน้มโดยการคำนวณ ผู้วิจัยได้เลือกใช้การสร้างเส้นแนวโน้มโดยการคำนวณ เนื่องจากมีความถูกต้อง แม่นยำ และมี

ความน่าเชื่อถือมากกว่า โดยก่อนทำการคำนวณนั้นต้องนำข้อมูลมาเขียนกราฟก่อน เพื่อดูการเคลื่อนไหวของข้อมูลว่าเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งแล้วจึงทำการคำนวณหาเส้นแนวโน้ม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนว่ามีแนวโน้มหรือไม่ โดยใช้วิธีการทดสอบแบบเครื่องหมาย (Sign Test) แล้วจึงใช้วิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Least Square Method) คุณลักษณะเส้นแนวโน้มว่ามีลักษณะอย่างไร โดยรูปทั่วไปของสมการแนวโน้มที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Least Square Method) มีหลายแบบ ดังนี้

- สมการแนวโน้มที่เป็นสมการเส้นตรง รูปสมการ คือ

$$Y = a + bX \quad (2.2)$$

เมื่อ  $a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่ จะได้สมการปกติ ดังนี้

$$\sum Y = na + b \sum X \quad (2.3)$$

$$\sum XY = a \sum X + b \sum X^2 \quad (2.4)$$

- สมการแนวโน้มที่เป็นสมการพาราโบลา (โพลิโนเมียลกำลังสอง) มีรูปสมการคือ

$$Y = a + bX + cX^2 \quad (2.5)$$

เมื่อ  $a, b$  และ  $c$  เป็นค่าคงที่ จะได้สมการปกติ ดังนี้

$$\sum Y = na + b \sum X + c \sum X^2 \quad (2.6)$$

$$\sum XY = a \sum X + b \sum X^2 + c \sum X^3 \quad (2.7)$$

$$\sum X^2 Y = a \sum X^2 + b \sum X^3 + c \sum X^4 \quad (2.8)$$

- สมการแนวโน้มที่เป็นสมการเอ็กซ์โพเนนเชียล รูปสมการ คือ

$$Y = ab^x \quad (2.9)$$

หรือ

$$\log Y = \log a + (\log b) X \quad (2.10)$$

เมื่อ  $a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่ จะได้สมการปกติ ดังนี้

$$\sum \log Y = n(\log a) + (\log b) \sum X \quad (2.11)$$

$$\sum (X \log Y) = (\log a) \sum X + (\log b) \sum X^2 \quad (2.12)$$

- สมการแนวโน้มที่เป็นสมการเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่มีรูปสมการเป็น

$$Y = ae^{bx} \quad (2.13)$$

หรือ

$$\ln Y = \ln a + bX \quad (2.14)$$

เมื่อ  $a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่ จะได้สมการปกติ ดังนี้

$$\sum \ln Y = n(\ln a) + b \sum X \quad (2.15)$$

$$\sum (X \ln Y) = (\ln a) \sum X + b \sum X^2 \quad (2.16)$$

### 2.2.2.2 ความผันแปรตามฤดูกาล (Sesonal Variation)

สัญลักษณ์ที่ใช้ คือ  $S$  เป็นการแสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะเพิ่มขึ้นหรือลดลงในลักษณะเดียวกันของรอบระยะเวลาหนึ่งที่แน่นอน สำหรับการวัดความผันแปรตามฤดูกาลที่วัดออกมาในรูปแบบดัชนีฤดูกาลใช้วิธีการ ดังนี้

#### ➤ วิธีอัตราส่วนต่อค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Ratio to Moving Average)

การหาดัชนีฤดูกาลด้วยวิธีนี้จะเหมาะกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีตัวแบบการคูณ ขั้นตอนการคำนวณมีดังนี้

- คำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จากข้อมูลอนุกรมเวลาที่กำหนดให้ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จะทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเข้าสู่กึ่งกลางทีละ 4 ค่า สำหรับข้อมูลที่เป็นรายไตรมาส และเฉลี่ยแบบเข้าสู่กึ่งกลางทีละ 12 ค่า สำหรับข้อมูลที่เป็นรายเดือน ค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้จะเป็นค่าแนวโน้มและความผันแปรตามวัฏจักร
- คำนวณหาอัตราส่วนต่อค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยการเอาข้อมูลอนุกรมเวลาหารด้วยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ได้จากข้อ 1 ค่าที่ได้จะเป็นการกำจัดค่าแนวโน้มและความผันแปรตามวัฏจักร จะเหลือแต่ความผันแปรตามฤดูกาล และความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ
- หาค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนต่อค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยถือว่าเป็นการกำจัดความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ และเอาค่าที่ได้คูณกับ 100 ค่าที่ได้จะเป็นค่าดัชนีฤดูกาลโดยประมาณ
- ปรับค่าดัชนีฤดูกาลโดยประมาณให้เป็นค่าดัชนีฤดูกาลที่แท้จริง โดยการเทียบบัญญัติไตรยางศ์

### 2.2.2.3 ความผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical Variation)

สัญลักษณ์ที่ใช้ คือ  $C$  เป็นการแสดงการเคลื่อนไหวขึ้นลงซ้ำ ๆ กันของข้อมูลในระยะยาว ความผันแปรตามวัฏจักรของข้อมูลอนุกรมเวลาโดยทั่วไปจะไม่มียุ่ปร่างและคาบเวลาหรือความยาวของวัฏจักรที่แน่นอน

การวิเคราะห์ความผันแปรตามวัฏจักรสำหรับข้อมูลที่มีตัวแบบเป็นแบบการคูณแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

#### (i) กรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นข้อมูลรายปี

ในกรณีนี้ข้อมูลจะไม่มี ความผันแปรตามฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นตัวแบบการคูณของข้อมูลอนุกรมเวลา คือ  $Y = T \times C \times I$  มีวิธีหา ดังนี้

- กำจัดค่าแนวโน้มออกจากข้อมูล โดยการหารข้อมูลเดิมด้วยแนวโน้มจะได้

$$\frac{Y}{T} = \frac{T \times C \times I}{T} = C \times I$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำจัดค่าความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติออกจากข้อมูลที่ไม่มีแนวโน้มแล้ว โดยการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก โดยน้ำหนักที่ใช้ถ่วงในการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักจะใช้สัมประสิทธิ์ทวินาม (Binomial Coefficient) เช่น 1,2,1 หรือ 1,4,6,4,1 เป็นต้น

(ii) กรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นข้อมูลรายคาบเวลาที่น้อยกว่า 1 ปี

ในกรณีนี้ข้อมูลจะมีความผันแปรตามฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้น ตัวแบบการคูณของอนุกรมเวลา คือ  $Y = T \times S \times C \times I$  มีวิธีหาดังนี้

- กำจัดค่าแนวโน้มออกจากข้อมูลเดิมโดยการหารข้อมูลเดิมด้วยค่าแนวโน้มจะได้  $\frac{Y}{T} = \frac{T \times S \times C \times I}{T} = S \times C \times I$
- กำจัดความผันแปรตามฤดูกาลออก โดยการเอาข้อมูลที่อยู่ในรูป  $S \times C \times I$  (จากข้อ 1) หารด้วยค่าดัชนีฤดูกาลที่แท้จริงจะได้  $\frac{S \times C \times I}{S} = C \times I$
- กำจัดความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติออกจากข้อมูลที่ไม่มีค่าแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลแล้ว โดยการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก ค่าที่เหลือจะเป็นค่าความผันแปรตามวัฏจักร

#### 2.2.2.4 ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ (Irregular Variation)

สัญลักษณ์ที่ใช้คือ  $I$  เป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่แน่นอน เพราะเหตุการณที่ผิดปกติเป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดคะเนได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใดและมีรูปร่างของการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

การวิเคราะห์ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ สำหรับข้อมูลที่มีตัวแบบเป็นแบบการคูณ แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

(i) กรณีที่ข้อมูลเป็นข้อมูลรายปี

ในกรณีนี้ข้อมูลจะไม่มี ความผันแปรตามฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นตัวแบบการคูณของข้อมูลอนุกรมเวลา คือ  $Y = T \times C \times I$  มีขั้นตอนการหาดังนี้

- กำจัดค่าแนวโน้มออกจากข้อมูลโดยการหารข้อมูลเดิมด้วยค่าแนวโน้ม จะได้  $\frac{Y}{T} = \frac{T \times C \times I}{T} = C \times I$
- กำจัดความผันแปรตามวัฏจักรออกจากข้อมูลที่ไม่มีค่าแนวโน้มแล้ว โดยการหารข้อมูลดังกล่าวด้วยค่าดัชนีวัฏจักร จะได้  $\frac{C \times I}{C} = I$  ซึ่งเป็นค่าความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

(ii) กรณีที่ข้อมูลเป็นรายคาบเวลาที่น้อยกว่า 1 ปี

ข้อมูลที่อยู่ในลักษณะนี้จะมีความผันแปรตามฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ตัวแบบการคูณของข้อมูลอนุกรมเวลา คือ  $Y = T \times S \times C \times I$  มีขั้นตอนการหา ดังนี้

- กำจัดค่าแนวโน้มออกจากข้อมูลโดยการหารข้อมูลเดิมด้วยค่าแนวโน้ม จะได้

$$\frac{Y}{T} = \frac{T \times S \times C \times I}{T} = S \times C \times I$$

- จากข้อ 1 เราจะกำจัดความผันแปรตามฤดูกาลออกโดยการหารค่าดังกล่าวด้วยค่าดัชนีฤดูกาล จะได้  $\frac{S \times C \times I}{S} = C \times I$

- จากข้อ 2 เราจะกำจัดความผันแปรตามวัฏจักรออก โดยการหารค่าดังกล่าวด้วยค่าดัชนีวัฏจักรออก จะได้  $\frac{C \times I}{C} = I$

จากองค์ประกอบของอนุกรมเวลาทั้ง 4 อย่าง คือ  $T$ ,  $S$ ,  $C$  และ  $I$  ในข้อมูลอนุกรมเวลาชุดหนึ่งๆ ไม่จำเป็นต้องครบองค์ประกอบทั้ง 4 อย่างก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูลที่เรานำมาวิเคราะห์

รูปแบบของอนุกรมเวลามี 2 แบบคือ

- 1) ตัวแบบการบวกของข้อมูลอนุกรมเวลา (Additive Model) แบบนี้เหมาะสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของฤดูกาล แต่ไม่ผันแปรตามค่าแนวโน้ม มีรูปแบบดังนี้

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t \quad (2.17)$$

- 2) ตัวแบบการคูณของข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiplicative Model) แบบนี้เหมาะสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาล และผันแปรตามค่าแนวโน้ม มีรูปแบบดังนี้

$$Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t \quad (2.18)$$

โดยที่

$Y_t$  คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ คาบเวลา  $t$

$T_t$  คือ ค่าแนวโน้ม ณ คาบเวลา  $t$

$S_t$  คือ ค่าวัฏจักรของฤดูกาล ณ คาบเวลา  $t$

$C_t$  คือ ค่าวัฏจักรของวัฏจักร ณ คาบเวลา  $t$

$I_t$  คือ ค่าเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ณ คาบเวลา  $t$

วิธีแยกส่วนประกอบสำหรับตัวแบบการคูณของข้อมูลอนุกรมเวลา มีขั้นตอนดังนี้

- a) คำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Centered Moving Average:  $CMA_t$ ) แบบ 4 ไตรมาส สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่เป็นรายไตรมาส และแบบ 12 เดือนสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่เป็นรายเดือน มีสูตรดังนี้ สำหรับข้อมูลที่เป็นรายไตรมาส

$$MA_t = (Y_{t-2} + Y_{t-1} + Y_t + Y_{t+1})/4 \quad (2.19)$$

สำหรับข้อมูลที่เป็นรายเดือน

$$MA_t = (Y_{t-6} + Y_{t-5} + \dots + Y_t + Y_{t+1} + \dots + Y_{t+4} + Y_{t+5})/12 \quad (2.20)$$

$$CMA_t = (MA_t + MA_{t+1})/2 \quad (2.21)$$

- b) จัดค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ให้อยู่กึ่งกลางตามจำนวนคาบเวลา  
 c) คำนวณหาค่าฤดูกาลและปัจจัยเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ณ คาบเวลา  $t$  หาได้โดย  $S_t I_t = Y_t / CMA_t$   
 d) หาค่าเฉลี่ยของฤดูกาล  
 e) ปรับค่าฤดูกาล  
 f) ถอดฤดูกาลออกจากข้อมูลอนุกรมเวลา  
 g) หาค่า Trend Line ของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีฤดูกาล  
 h) คำนวณหาค่าข้อมูลของช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์  
 i) ใส่ค่าฤดูกาลกลับเข้าไปในข้อมูลที่พยากรณ์ได้ในข้อ h) ตามช่วงเวลาที่พยากรณ์

### 2.2.3 วิธีการปรับเรียบ (Smoothing Method)

วิธีการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบ เป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีประโยชน์ในการกำจัดอิทธิพลของความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติออกไป ซึ่งจะ使我们สามารถเห็นส่วนประกอบอื่นๆ ของอนุกรมเวลาได้ และพยากรณ์ค่าอนุกรมเวลาในอนาคตได้

สำหรับเทคนิคการทำให้เรียบมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลา

2.2.3.1 วิธีการพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์: หรือเรียกว่า Holt-Winter's Method หรือ Triple Exponential Smoothing โดยวิธีพยากรณ์แบบนี้เหมาะกับข้อมูลที่มีแนวโน้ม และความผันแปรตามฤดูกาล (Trend-Season Data) และเหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้นจนถึงการพยากรณ์ระยะปานกลาง ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการคำนวณควรจะเป็นข้อมูลรายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายไตรมาส เพื่อจะได้วิเคราะห์ความผันแปรตามฤดูกาลได้ วิธีการของโฮลท์-วินเทอร์ ยังคงใช้หลักการของเทคนิคเอ็กซ์โพเนนเชียลคือให้ความสำคัญแก่ข้อมูลไม่เท่ากัน และมีค่าที่ปรับให้เรียบ 3 ค่า คือ

- $\alpha$  คือ ค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์ปรับเรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ (Smoothing Constant) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
- $\beta$  คือ ค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์ปรับเรียบระหว่างฤดูกาลจริง กับค่าประมาณฤดูกาลมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
- $\gamma$  คือ ค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์ปรับเรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้มอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้สมการพยากรณ์ในรูปแบบการคูณ (Multiplicative Seasonality Model)

### รูปแบบอนุกรมเวลา

$$F_t = \frac{\alpha X_t}{S_{t-p}} + (1-\alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.22)$$

$$S_t = \frac{\beta X_t}{F_t} + (1-\beta)S_{t-p} \quad (2.23)$$

$$T_t = \gamma(F_t - F_{t-1}) + (1-\gamma)T_{t-1} \quad (2.24)$$

$$W_{t+m} = (F_t + mT_t)S_{t+m-p} \quad (2.25)$$

- เมื่อ  $F_t$  คือ ค่าปรับเรียบ ณ คาบเวลา  $t+1$
- $X_t$  คือ ค่าจริง ณ คาบเวลา  $t$
- $F_{t-1}$  คือ ค่าพยากรณ์ ณ คาบเวลา  $t-1$
- $T_{t-1}$  คือ ส่วนของแนวโน้ม
- $S_t$  คือ ส่วนของฤดูกาล
- $m$  คือ ระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า  $m=1, 2, \dots$
- $p$  คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี
- $W_{t+m}$  คือ ค่าพยากรณ์ของโฮลท์-วินเทอร์ ณ คาบเวลา  $t$  โดยพยากรณ์ล่วงหน้า  $m$  คาบเวลา

### การกำหนดค่าเริ่มต้น

ค่าเริ่มต้น  $2 + s$  คือ ค่าเริ่มต้นของระดับข้อมูล ( $F$ ) 1 ค่า ค่าเริ่มต้นของแนวโน้ม ( $T$ ) อีก 1 ค่า และค่าเริ่มต้นฤดูกาล  $s$  ฤดูกาล ( $s$  ค่า)

โดยที่ 
$$F_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (2.26)$$

$$T_s = \frac{1}{s} \left[ \frac{X_{s+1} - X_1}{s} + \frac{X_{s+2} - X_2}{s} + \dots + \frac{X_{s+s} - X_s}{s} \right] \quad (2.27)$$

$$S_1 = \frac{X_1}{F_s}, S_2 = \frac{X_2}{F_s}, \dots, S_s = \frac{X_s}{F_s} \quad (2.28)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ขั้นตอนการพยากรณ์ด้วยวิธีโฮลท์-วินเทอร์

- 1) นำข้อมูลที่อยู่ในรูปรายเดือน รายไตรมาส รายสัปดาห์ มาพล็อตกราฟเพื่อพิจารณาว่ามี ส่วนประกอบใดบ้าง ถ้ามีส่วนแนวโน้ม และฤดูกาล จะใช้เทคนิควิธีโฮลท์-วินเทอร์
- 2) กำหนดค่าคงที่ที่ทำให้เรียบ 3 ค่า คือ  $\alpha, \beta$  และ  $\gamma$  โดยใช้โปรแกรม *ForecastX* หาค่า  $\alpha, \beta$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่า *RMSE* มีค่าต่ำที่สุด
- 3) กำหนดค่าเริ่มต้น  $2 + s$  ค่า
- 4) ประมาณค่าพารามิเตอร์  $F_t, T_t$  และ  $S_t$
- 5) กำหนดค่าพยากรณ์  $W_{t+m}$

### 2.2.4 การทดสอบแนวโน้มแบบไม่อิงพารามิเตอร์

การทดสอบแบบเครื่องหมาย (Sign Test) เป็นการทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Test) ที่พิจารณาว่าค่าสังเกตที่อยู่ติดกันมีค่าต่างกันทางบวกหรือทางลบ นั่นคือพิจารณาว่าค่าสังเกต  $Y_i$  มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า  $Y_{i-1}$  เมื่อ  $Y_i$  คือ ค่าของข้อมูลอนุกรมเวลาตัวที่  $i$  และ  $Y_{i-1}$  คือค่าข้อมูลอนุกรมเวลาตัวที่  $i-1$  ซึ่งจะพิจารณาได้จากเครื่องหมายของผลต่างครั้งที่ 1  $Y_i - Y_{i-1}$  ว่าเป็นบวกหรือลบ กรณีที่ผลต่างเป็นบวกมากครั้ง หรือเป็นลบมากครั้ง เป็นผลจากอนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้นหรือลง การทดสอบมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) กำหนดสมมติฐาน

$H_0$  : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม

$H_1$  : อนุกรมเวลามีแนวโน้มอาจจะเป็นทางขึ้นหรือทางลง

- 2) สถิติที่ใช้ทดสอบ

$V$  = จำนวนผลต่างครั้งที่หนึ่งของ  $Y_i - Y_{i-1}$  ของอนุกรมเวลาที่เป็นบวก

- 3) เกณฑ์การตัดสินใจใช้  $Z = \frac{V - \mu_V}{\sigma_V}$

$$\text{เมื่อ } \mu_V = \frac{n}{2}$$

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{n}{4}}$$

$n$  = จำนวนข้อมูลทั้งหมดของอนุกรมเวลา

การยอมรับหรือปฏิเสธ  $H_0$  จะใช้ค่าวิกฤติ  $z_{\frac{\alpha}{2}}$  และ  $-z_{\frac{\alpha}{2}}$

โดยยอมรับ  $H_0$  เมื่อ  $-z_{\frac{\alpha}{2}} \leq z \leq z_{\frac{\alpha}{2}}$

ปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $z < -z_{\frac{\alpha}{2}}$  หรือ  $z > z_{\frac{\alpha}{2}}$

### 2.2.5 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล (Multiple Linear Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอย เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวขึ้นไป โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะประมาณหรือพยากรณ์ค่าของตัวแปรตัวหนึ่งจากตัวแปรอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ โดยจะต้องมีการกำหนดหรือทราบค่าตัวแปรอื่น ๆ ล่วงหน้า โดยมีรูปแบบของสมการการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ คือ ถ้ามีตัวแปรอิสระ  $k$  ตัว ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ) ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $y$  โดยที่ความสัมพันธ์อยู่ในรูปเชิงเส้น จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $y$  และ  $x_1, x_2, \dots, x_k$  ดังนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + e \quad (2.29)$$

โดยที่  $Y_i$  คือ ค่าสังเกตที่  $i$  ของตัวแปรตามของประชากร

$X_{ji}$  คือ ค่าสังเกตที่  $i$  ของตัวแปรอิสระที่  $j$  ของประชากร

$\beta_0$  คือ ส่วนที่ตัดแกน  $Y$  เมื่อกำหนดให้  $X_1 = X_2 = \dots = X_k = 0$

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุเชิงส่วน (Partial Regression Coefficient) โดยที่ค่า  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม  $Y$  เมื่อตัวแปรอิสระ  $x_1, x_2, \dots, x_k$  เปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย โดยที่ตัวแปรอิสระ  $X$  ตัวอื่น ๆ มีค่าคงที่

$e$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

#### 2.2.5.1 สมมติฐานของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล

- ความคลาดเคลื่อน  $e$  เป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติ
- ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์ นั่นคือ  $E(e) = 0$
- ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า  $V(e) = \sigma_e^2$
- $e_i$  และ  $e_j$  เป็นอิสระต่อกัน เมื่อ  $i \neq j$  นั่นคือ Covariance  $(e_i, e_j) = 0$

#### 2.2.5.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล

เราจะประมาณค่า  $Y$  จากสมการที่ (2.29) ด้วยสมการที่ (2.30)

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ki} \quad (2.30)$$

$$\text{หรือ } \hat{Y}_i = a + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + \dots + b_k X_{ki} \quad (2.31)$$

โดยที่  $\hat{\beta}_0 = a, \hat{\beta}_1 = b_1, \hat{\beta}_2 = b_2, \dots, \hat{\beta}_k = b_k$

ดังนั้น ค่าคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า  $Y_i$  ด้วย  $\hat{Y}_i$  คือ  $Y_i - \hat{Y}_i = e_i$

การประมาณค่า  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  ด้วยค่า  $a, b_1, b_2, \dots, b_k$  ตามลำดับนั้นเราทำเพื่อให้ผลบวกของค่าคลาดเคลื่อนยกกำลังสองมีค่าน้อยที่สุด โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยสุด นั่นคือ หาค่า  $a, b_1, b_2, \dots, b_k$  ที่ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้  $\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$  มีค่าต่ำที่สุด ในการคำนวณหาค่า  $a, b_1, b_2, \dots, b_k$  สมการอาจจะยุ่งยาก ดังนั้น เราสามารถหาคำตอบโดยใช้เมตริกซ์ในการวิเคราะห์สมการ ดังนี้

$$\underline{Y} = \underline{X}\underline{\beta} + \underline{e}$$

$$\underline{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, \underline{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix}$$

$$\underline{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}, \underline{e} = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix}, \underline{b} = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \vdots \\ b_k \end{bmatrix}$$

โดยที่  $\underline{Y}$  คือ เวกเตอร์ขนาด  $(n \times 1)$  ของค่าสังเกต

$\underline{X}$  คือ เมตริกซ์ขนาด  $n \times (k+1)$  ของตัวแปรอิสระ โดย  $X_0$  มีค่าเท่ากับ 1

$\underline{\beta}$  คือ เวกเตอร์ขนาด  $(k+1) \times 1$  ของสัมประสิทธิ์การถดถอย

$\underline{b}$  คือ เวกเตอร์ขนาด  $(k+1) \times 1$  ของตัวประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอย

$\underline{e}$  คือ เวกเตอร์ขนาด  $(n \times 1)$  ของความคลาดเคลื่อน

ต้องการหาตัวประมาณ  $\underline{b}$  โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ความคลาดเคลื่อนของสมการถดถอยจึงเขียน

ได้เป็น  $\underline{e} = \underline{Y} - \underline{X}\underline{\beta}$  และผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนจึงเขียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} e'e &= (\underline{Y} - \underline{X}\underline{\beta})'(\underline{Y} - \underline{X}\underline{\beta}) \\ &= \underline{Y}'\underline{Y} - \underline{\beta}'\underline{X}'\underline{Y} - \underline{Y}'\underline{X}\underline{\beta} + \underline{\beta}'\underline{X}'\underline{X}\underline{\beta} \\ &= \underline{Y}'\underline{Y} - 2\underline{\beta}'\underline{X}'\underline{Y} + \underline{\beta}'\underline{X}'\underline{X}\underline{\beta} \end{aligned} \tag{2.32}$$

ซึ่งจะมีค่าต่ำสุดเมื่อ  $\frac{\partial \sum e'e}{\partial \underline{\beta}} = -2\underline{X}'\underline{Y} + 2\underline{X}'\underline{X}\underline{\beta} = 0$

ประมาณค่าเวกเตอร์  $\underline{\beta}$  ด้วยเวกเตอร์  $\underline{b}$  จะได้สมการเป็น

$$(\underline{X}'\underline{X})\underline{b} = \underline{X}'\underline{Y} \tag{2.33}$$

$$\text{ดังนั้น } \underline{b} = (\underline{X}'\underline{X})^{-1} \underline{X}'\underline{Y} \tag{2.34}$$

### 2.2.5.3 การทดสอบสมมติฐานโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การทดสอบสมมติฐานโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน จะเป็นการเปรียบเทียบค่าความผันแปรที่อธิบายได้ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุกับ ค่าความผันแปรที่อธิบายไม่ได้ ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ โดยค่าความผันแปรทั้งหมดของ  $Y$  หรือค่าความแปรปรวนของ

$Y$  คือ  $SST$  (Sum Square of Total) ซึ่งเป็นผลบวกกำลังสองของผลต่างระหว่าง  $Y_i$  กับ  $\hat{Y}_i$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตให้มาใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SST = \sum(Y_i - \bar{Y})^2 = \sum Y^2 - (\sum Y)^2 / n$$

$$SST = \sum(Y_i - \bar{Y})^2 = \sum(Y_i - \hat{Y}_i + \hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

หรือ

$$= \sum(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2 + 2\sum(Y_i - \hat{Y}_i)(\hat{Y}_i - \bar{Y})$$

โดยที่  $2\sum(Y_i - \hat{Y}_i)(\hat{Y}_i - \bar{Y}) = 0$

$$\therefore SST = \sum(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

จะได้ว่า  $\sum(Y_i - \bar{Y})^2 = \sum(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2$

หรือ  $SST = SSR + SSE$

โดยที่  $SST$  (Sum Square of Total) เป็นค่าความแปรปรวนทั้งหมดของ  $Y$

$SSR$  (Sum Square of Regression) เป็นค่าความแปรปรวนของ  $Y$  เนื่องจากอิทธิพลของ  $X$  หรือเป็นค่าความแปรปรวนของ  $Y$  ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระ  $X$

$SSE$  (Sum Square of Error) เป็นค่าความแปรปรวนของ  $Y$  เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ

ตารางที่ 2.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล

แหล่งของความผันแปร	องศาความเป็นอิสระ (df)	ผลรวมกำลังสอง(SS)	ผลรวมกำลังสองเฉลี่ย(MS)	F
ความถดถอย (Regression)	K	$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$	$MSR = \frac{SSR}{k}$	$F = \frac{MSR}{MSE}$
ความคลาดเคลื่อน (Error or Residual)	n-k-1	$SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$	$MSE = \frac{SSE}{n-k-1}$	
รวม (Total)	n-1	$SST = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$		

#### 2.2.5.4 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ $k$ ตัว

ในการทดสอบการถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาลนั้นมีขั้นตอนดังนี้

- ทดสอบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ( $Y$ ) กับชุดของตัวแปรอิสระ  $k$  ตัว ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ) หรือไม่ โดยมีสมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_j \text{ อย่างน้อยหนึ่งตัว ไม่เท่ากับ } 0$$

และใช้การทดสอบ F-test

- คำนวณสถิติทดสอบ

$$F = \frac{MSR}{MSE}$$

- ขอบเขตการปฏิเสธ  $H_0$

ปฏิเสธ  $H_0$  : ถ้า  $F > F_{\alpha, k, n-k-1}$

หรือ  $P\text{-Value} < \alpha$

- ถ้ายอมรับ  $H_0$  หมายความว่าไม่มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระ ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ) และตัวแปรตาม  $Y$
- ถ้าปฏิเสธ  $H_0$  หมายความว่าตัวแปรอิสระ  $X_j$  อย่างน้อยหนึ่งตัว มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระ ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ) และตัวแปรตาม  $Y$
- ถ้าการทดสอบ F ได้ผลปฏิเสธ  $H_0$  จะทำการทดสอบต่อไปเพื่อดูว่า  $\beta_j$  ตัวใดไม่เท่ากับ 0 โดยทดสอบทีละตัว และมีสมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ  $H_0 : \beta_j = 0$   
 $H_1 : \beta_j \neq 0$

- คำนวณสถิติทดสอบ  $t = \frac{b_j}{S_{b_j}}$

- ขอบเขตการปฏิเสธ  $H_0$

ปฏิเสธ  $H_0$  : ถ้า  $t < -t_{\alpha/2, n-k-1}$  หรือ  $t > t_{\alpha/2, n-k-1}$

หรือ  $P\text{-Value} < \alpha$

ถ้ายอมรับ  $H_0$  หมายความว่าตัวแปรอิสระ  $X_j$  ไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม  $Y$  เมื่อมีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ อยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้ว ถ้าปฏิเสธ  $H_0$  หมายความว่า  $X_j$  มีความสัมพันธ์กับ  $Y$  หรือ  $X_j$  มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม  $Y$  เมื่อมีตัวแปรอิสระตัวอื่น ๆ อยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้ว ดังนั้น  $X_j$  ควรจะอยู่ในสมการถดถอย

### 2.2.5.5 การประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณ (Standard Error of Estimate)

ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการพยากรณ์โดยใช้สมการถดถอยเมื่อมีตัวแปรอิสระ  $k$  ตัว และอีกตัวหนึ่งเป็นตัวแปรตาม รวมมีตัวแปรทั้งหมด  $k+1$  ตัว จะหาได้จากสูตร

$$S_{Y.12...k}^2 = \frac{\sum(Y_i - \hat{Y})^2}{n - k - 1} \quad (2.35)$$

โดยที่  $n$  = จำนวนตัวอย่าง

$k$  = จำนวนตัวแปรอิสระ

### 2.2.5.6 สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (Multiple Coefficient of Determination)

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ  $R^2$  คือสัดส่วนความผันแปรทั้งหมดของ  $Y$  ที่อธิบายโดยความผันแปรในตัวแปรอิสระ  $X_1, X_2, \dots, X_k$  หรือสัดส่วนของความผันแปรทั้งหมดของ  $Y$  ที่อธิบายโดยความสัมพันธ์ระหว่าง  $Y$  และ  $X_1, X_2, \dots, X_k$  ค่า  $R^2$  จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

- ถ้า  $R^2 = 1$  คือ  $\hat{Y}_i = Y_i$  ทุกค่าของ  $i$  นั่นคือ สมการถดถอยที่ประมาณใช้พยากรณ์ค่า  $Y$  ได้อย่างสมบูรณ์
- ถ้า  $R^2 = 0$  หมายความว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปร  $X_1, X_2, \dots, X_k$  และ  $Y$  นั่นคือ สมการถดถอยที่ประมาณไม่สามารถนำมาใช้พยากรณ์ค่า  $Y$  ได้

ถ้า  $R^2$  ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 แสดงให้เห็นถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่าง  $X_1, X_2, \dots, X_k$  และ  $Y$  ในสมการถดถอย

### 2.2.5.7 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงพหุ (Multiple Correlation Coefficient) หาได้จากกราฟที่สองของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ

$$R^2 = \sqrt{R} \text{ โดยที่ } 0 \leq R^2 \leq 1 \quad (2.36)$$

- ถ้า  $R^2$  มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า  $Y$  มีความสัมพันธ์กับ  $X_1, X_2, \dots, X_k$  น้อยมาก และถ้า  $R^2 = 0$  แสดงว่า  $Y$  ไม่มีความสัมพันธ์กับ  $X_1, X_2, \dots, X_k$  เลย
- ถ้า  $R^2$  มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า  $Y$  มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระทั้ง  $k$  ตัวมาก

### 2.2.5.8 วิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าในสมการถดถอย

เมื่อตัวแปรอิสระหลายตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $Y$  เราจะเกิดปัญหา คือ จะเอาตัวแปรอิสระตัวใดแทนค่าในสมการ หรือแทนค่าทั้งหมดดี วิธีการเลือกตัวแปรอิสระที่แทนค่าสมการมี 4 วิธี ดังนี้

- All possible Regression  
เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการ โดยพิจารณาจากสมการถดถอยที่เป็นไปได้ทั้งหมด
- Forward Selection  
เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสมการเป็นลำดับแรก และเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับ  $Y$  รองลงมาเข้าสมการตามลำดับ
- Backward Elimination  
เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการ โดยเอาตัวแปรอิสระทุกตัวเข้าสมการ และคัดออกทีละตัวโดยใช้การทดสอบ T-test ทดสอบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่าง  $Y$  กับ  $X_i$  ทีละตัว โดยมีสมมติฐาน

$$H_0 = \beta_i = 0$$

$$H_1 = \beta_i \neq 0$$

ถ้าผลการทดสอบ  $X_i$  ตัวใดให้ผลว่ายอมรับ  $H_0$  แสดงว่า  $X_i$  ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $Y$  ก็จะตัดตัวแปรอิสระตัวนั้นออกไป ทดสอบทีละตัวจนกระทั่งไม่มีตัวแปรอิสระใดถูกตัดออกอีก ก็จะได้สมการถดถอยเชิงพหุที่ต้องการ

- Stepwise Regression  
เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยพหุเชิงเส้นทีละตัว ถ้าตัวแปรอิสระที่นำเข้ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระที่มีอยู่แล้วในสมการถดถอย วิธี Stepwise จะตัดตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันตัวใดตัวหนึ่งออกจากสมการถดถอย ขั้นตอนการทำ Stepwise Regression ทำดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกตัวแปรอิสระ  $X$  ตัวใดที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $Y$  สูงที่สุด โดย

ดูจาก Correlation Matrix ก็จะเลือกตัวแปรอิสระ  $X$ , ตัวนั้น เข้าในสมการเป็นตัวแรก จะได้สมการในขั้นที่ 1 คือ  $\hat{Y} = a + b_1X$ ,

ขั้นที่ 2 จากตัวแปรอิสระที่เหลือ  $k-1$  ตัว เลือกตัวแปรอิสระที่มีค่าสหสัมพันธ์กับตัว

แปรตาม  $Y$  สูงที่สุด ก็จะเลือก  $X$ , ตัวนั้น เข้าในสมการเป็นตัวที่สอง จะได้สมการในขั้นที่สอง คือ  $\hat{Y} = a + b_1X + b_2X$ , ตัวแปรอิสระตัวที่สองที่เข้าในสมการนี้เป็นตัวแปรอิสระที่สามารถอธิบายความแปรปรวนใน  $Y$  ได้ดีที่สุด

สำหรับในส่วนที่ยังไม่ได้อธิบายโดยตัวแปรอิสระตัวแรก คือ  $X$ , ในขั้นที่หนึ่ง

หมายความว่า  $X_t$  เป็นตัวแปรที่ดีที่สุดที่สามารถจัดค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่เกิดขึ้น ในสมการที่ได้จากขั้นที่หนึ่ง

ขั้นที่ 3 จากตัวแปรอิสระที่เหลือ  $k-2$  ตัว เลือกตัวแปรอิสระโดยใช้หลักการเดียวกับขั้นที่สอง จะได้สมการ คือ  $\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$  ตัวแปรอิสระตัวที่สามที่นำเข้ามาในสมการนี้ เป็นตัวแปรอิสระที่ดีที่สุดที่สามารถจัดค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่เกิดขึ้นในสมการที่ได้จากขั้นที่สอง

ในการดำเนินการเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าในสมการถดถอยพหุเชิงเส้นทีละตัวไปเรื่อย ๆ นั้นจะหยุดเมื่อไรมีวิธีพิจารณาได้หลายวิธี แต่วิธีที่ง่ายและสะดวก คือดูค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเชิงเส้น ( $R_{Y.12\dots k}$ ) ถ้าต้องการเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าในสมการไม่ทำให้ค่า  $R_{Y.12\dots k}$  เพิ่มขึ้นแล้ว ก็ควรหยุด

## 2.2.6 วิธีการพยากรณ์รวม (Combined Forecasting)

การหาค่าพยากรณ์รวม (Combine Forecasting)

รูปแบบอนุกรมเวลา

$$CF_t = w_0 + \sum_{j=1}^m w_j (F_{j,t}) \quad (2.37)$$

โดยที่

$w_j$  คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่  $j$  โดยที่  $\sum_{j=1}^m w_j = 1$

$F_{j,t}$  คือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่  $j$  ที่คาบเวลา  $t$

$j$  คือ วิธีการพยากรณ์เดี่ยวที่  $j$  เมื่อ  $j = 1, 2, \dots, m$

$t$  คือ คาบเวลา เมื่อ  $t = 1, 2, \dots, m$

$w_0$  คือ ส่วนที่ตัดแกน  $Y$

เมื่อมีการรวมวิธีการพยากรณ์หลาย ๆ วิธีเข้าด้วยกัน ก็จะต้องมีการให้น้ำหนักของวิธีการพยากรณ์เดี่ยวแต่ละวิธีที่นำมารวมกัน การให้น้ำหนักของวิธีที่นำมารวมกันแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ simple average และ weighted average ซึ่งการให้น้ำหนักแบบ simple average นั้นจะเป็นการให้น้ำหนักเฉลี่ยที่เท่ากันทุกวิธี นั่นคือให้ความสำคัญในแต่ละวิธีเท่ากัน ส่วนการให้น้ำหนักแบบ weighted average ในแต่ละวิธีที่นำมารวมกันนั้นจะไม่เท่ากัน นั่นคือ ใน weighted average จะให้น้ำหนักตามความสำคัญของแต่ละวิธีที่นำมารวมกัน

## 2.3 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์

สมเกียรติ เกตุเอี่ยม (2548) การเลือกเทคนิคการพยากรณ์แต่ละวิธีผู้พยากรณ์จะต้องพิจารณาถึงหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ระยะเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์ การพยากรณ์แต่ละวิธีมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน คือ ระยะสั้นมาก ระยะสั้น ระยะปานกลาง ระยะยาว
- 2) ลักษณะของข้อมูลและจำนวนข้อมูลที่มีอยู่ ผู้พยากรณ์ควรทราบว่าลักษณะของข้อมูลที่จะพยากรณ์เป็นแบบใด เช่น ถ้าข้อมูลราบเรียบสม่ำเสมอในแนววงที่จะใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบการเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย
- 3) ความถูกต้องหรือความแม่นยำของการพยากรณ์ คือค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแตกต่างจากค่าจริงมากน้อยเพียงใด โดยแต่ละวิธีการพยากรณ์จะให้ความถูกต้องของค่าพยากรณ์ที่แตกต่างกัน
- 4) ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการพยากรณ์ คือค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือหาข้อมูล ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการพยากรณ์ตั้งแต่สร้างรูปแบบจนถึงหาค่าพยากรณ์จากสมการพยากรณ์
- 5) ความยากง่ายของการพยากรณ์ โดยปกติแล้วผู้พยากรณ์กับผู้ที่น่าผลการพยากรณ์ไปใช้จะเป็นคนละคนกัน ดังนั้นผู้พยากรณ์จะต้องคำนึงถึงความยากง่ายในการอธิบายผลให้ผู้ที่จะนำไปใช้ หากวิธีการพยากรณ์ยุ่งยากซับซ้อนอาจจะทำให้ผู้ที่จะนำไปใช้เกิดความไม่เข้าใจ และไม่แน่ใจว่าจะใช้ได้จริงหรือไม่
- 6) โปรแกรมสำเร็จรูป ปัจจุบันมีผู้คิดค้น โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการพยากรณ์ไว้หลายแบบ โดยแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียต่างกัน ผู้พยากรณ์จะต้องเลือกใช้โปรแกรมที่ตรงกับงานของตัวเองให้มากที่สุด และตรงกับความสามารถของตัวเองในการแปลผลลัพธ์ด้วย
- 7) เวลาที่ใช้ในการเตรียมการพยากรณ์ โดยเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้
  - 7.1) วิธีการพยากรณ์ ถ้ายุ่งยากและซับซ้อนมากเวลาที่ใช้เตรียมการพยากรณ์จะต้องมาก
  - 7.2) การพยากรณ์หลาย ๆ เหตุการณ์พร้อม ๆ กัน เวลาที่ใช้จะต้องมากตามไปด้วย

โดยสรุปในการพิจารณาการเลือกเทคนิคการพยากรณ์ ผู้พยากรณ์ควรพิจารณา ดังนี้

- 1) จำนวนข้อมูล และลักษณะข้อมูลที่จะพยากรณ์
- 2) ระยะเวลาของการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) ค่าใช้ที่ใช้ในการพยากรณ์
- 4) ความถูกต้องของเทคนิคในการพยากรณ์
- 5) โปรแกรมสำเร็จรูปที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์
- 6) เวลาที่ใช้ในการเตรียมการพยากรณ์

## 2.4 ค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

ทรวงศิริ แต่สมบัติ (2539) กล่าวว่าความถูกต้องของการพยากรณ์เป็นสิ่งที่ผู้ใช้ค่าพยากรณ์ต้องการ ความถูกต้องของการพยากรณ์จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่าได้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริงมากหรือน้อย หรือค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Error) มีค่ามากหรือน้อย นั่นคือ ถ้าค่าจริงต่างจากค่าพยากรณ์มาก ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จะมีค่าสูง จะมีค่าต่ำถ้าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริง สำหรับวิธีการตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าจริงของข้อมูล ( $Y_i$ ) เปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ของข้อมูล ( $\hat{Y}_i$ ) โดยกำหนดให้

$(Y_i)$  แทนค่าข้อมูลชุดจริงที่  $i; i = 1, 2, 3, \dots, n$

$(\hat{Y}_i)$  แทนค่าพยากรณ์ชุดที่  $i; i = 1, 2, 3, \dots, n$

$e_i$  แทนค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ชุดที่  $i; i = 1, 2, 3, \dots, n$

$n$  แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

วิธีตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยทั่วไปที่นิยมใช้มีหลายวิธี แต่สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ค่าต่อไปนี้เป็นเกณฑ์ในการวัดความแม่นยำของแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์

- 1) ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) เป็นการวัดความแม่นยำที่วัดจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยไม่คำนึงถึงทิศทางของความคลาดเคลื่อน MAE จะมีหน่วยวัดเหมือนกับค่าสังเกต

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \quad (2.38)$$

- 2) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) เป็นการวัดความแม่นยำจากค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Sum Square Error: SSE) โดยที่

$$SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}$$

ในบางครั้งผู้พยากรณ์อาจจะใช้ *RMSE* (Root Mean Square Error) แทน *MSE* ก็ได้ โดยที่

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \quad (2.39)$$

- 3) เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Percentage Error: MPE) เป็นการวัดความแม่นยำจากค่าความแม่นยำจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงค่า MPE เป็นค่าความแม่นยำที่ไม่มีหน่วย

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{e_i}{Y_i} \right) \times 100 \right\}}{n} \quad (2.40)$$

- 4) เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) เป็นการวัดความแม่นยำจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงโดยไม่คิดเครื่องหมาย ค่า MAPE เป็นค่าวัดความแม่นยำที่ไม่มีหน่วย จึงเหมาะที่จะใช้กับการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุดเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกัน หรือเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์หลายวิธีเมื่อใช้อนุกรมเวลาชุดเดียวกัน

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{Y_i} \right| \times 100}{n} \quad (2.41)$$

ตารางที่ 2.2 การแปลผลค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

MAPE (%)	การแปลผล
<10	ค่าพยากรณ์มีความถูกต้องสูงมาก
10-20	ค่าพยากรณ์มีความถูกต้องดี
20-50	ค่าพยากรณ์เชื่อถือได้
>50	ค่าพยากรณ์ไม่มีความถูกต้อง

เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบการพยากรณ์แบบต่างๆ กับการพยากรณ์ด้วยวิธีนาอิว ว่าแบบใดจะมีความแม่นยำมากกว่ากัน ดังนั้นจึงใช้ค่าสถิติที่เรียกว่า Theil's U-Statistic มาใช้วัด ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5) ค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil (Theil's inequality coefficient) เป็นค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์สองรูปแบบ โดยหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน  $RMSE$  จากแต่ละรูปแบบ ค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil จะคำนวณได้จาก

$$U = \frac{\sqrt{\sum (A_t - F_t)^2}}{\sqrt{\sum (A_t - A_{t-1})^2}} \quad (2.42)$$

โดยที่	$A_t$	คือ ค่าจริง ณ คาบเวลา $t$
	$F_t$	คือ ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า ณ คาบเวลา $t$
	$A_{t-1}$	คือ ค่าจริง ณ คาบเวลา $t-1$
	$n$	คือ จำนวนคาบที่ใช้ในการคำนวณ

โดยจะอธิบายค่า  $U$  ได้ดังนี้

1. ถ้า  $U = 1$  แสดงว่ารูปแบบการพยากรณ์ที่นำมาเปรียบเทียบและรูปแบบวิธีนาลีฟ ให้ความถูกต้องของการพยากรณ์ไม่ต่างกัน
2. ถ้า  $U > 1$  แสดงว่ารูปแบบวิธีนาลีฟ มีความถูกต้องของการพยากรณ์มากกว่ารูปแบบการพยากรณ์ที่นำมาเปรียบเทียบ
3. ถ้า  $U < 1$  แสดงว่ารูปแบบการพยากรณ์ที่นำมาเปรียบเทียบมีความถูกต้องของการพยากรณ์มากกว่ารูปแบบวิธีนาลีฟ

## 2.5 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นवलพรรณ มีนาทุ่ง (2542) ทำการศึกษาหาวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทย โดยนำเทคนิคทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบไปด้วย วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) เทคนิคการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Smoothing Method) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) และวิธีการแยกองค์ประกอบ (Decomposition) โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลระหว่างปี 2527-2541 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับข้อมูลมูลค่าการส่งออกสิ่งทอประเภทต่าง ๆ ในค่าของเงินบาทให้อยู่ในค่าของเงินดอลลาร์ โดยในที่นี้ใช้ดอลลาร์สหรัฐอเมริกาเป็นตัวปรับซึ่งอัตราแลกเปลี่ยนบาทต่อดอลลาร์สหรัฐเป็นอัตราค่าเฉลี่ยต่อปี ได้จากกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์

เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ในการวิจัยครั้งนี้ คือค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error: MAPE) อุตสาหกรรม  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้เห็นใช้ประโยชน์ในการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งทอที่นำมาพยากรณ์แบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้ ประเภทเครื่องนุ่งห่ม ประเภทเสื้อผ้าสำเร็จรูป ประเภทเครื่องชกทรง รัดทรง และส่วนประกอบ ประเภทถุงเท้าและถุงน่อง ประเภทถุงมือผ้า ประเภทผ้าฝืนและด้าย ประเภทผ้าฝืน ประเภทด้ายเส้นใยประดิษฐ์ และประเภทด้ายฝ้าย จากการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการต่าง ๆ ทั้ง 4 วิธี พบว่าตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกสิ่งทอ โดยส่วนใหญ่เหมาะกับการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบพยากรณ์สำหรับสิ่งทอประเภทฝืนผ้าและด้าย และประเภทผ้าฝืนเท่านั้นที่เหมาะสมกับการพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

วารกรณ์ เล้ารัตนนุรักษ์ (2542) ทำการศึกษาหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทาน โดยเทคนิคที่จะนำประยุกต์ในการพยากรณ์จะประกอบด้วย วิธีการวิเคราะห์การถดถอย วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง วิธีการพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ (Holt's Two – Parameters Method) วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ (Winter's Forecast Method) วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลที่รวบรวมมาจากฝ่ายจัดสรรน้ำสำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน เป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน ในช่วงปี 2530-2540 เกณฑ์ที่ใช้วัดความถูกต้องของการวิจัยครั้งนี้จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ผลการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลทีวิเคราะห์ได้ว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเหมาะสมกว่าวิธีอื่น ๆ ที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทานซึ่งสรุปผลเขียนเป็นตัวแบบได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 Y_{t-1} + \hat{\beta}_2 X_{1,t-1} + \hat{\beta}_3 X_{2,t-1}$$

$$Y_{t-1} = X_{1,t-1} = X_{2,t-1} = \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3$$

$$3.42329e^{-3} 1.67505e^{-2} 1.66757e^{-2}$$

โดยที่

$\hat{Y}_t$  = ค่าพยากรณ์ของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ณ ต้นเดือน t

$Y_{t-1}$  = ปริมาณในอ่างเก็บน้ำ ในเดือน t-1

$X_{1,t-1}$  = ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำในเดือน t-1

$X_{2,t-1}$  = ปริมาณน้ำระบายท้ายเขื่อนในเดือน t-1

ค่าคงที่ ( $\hat{\beta}_0$ ) และค่าสัมประสิทธิ์ ( $\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3$ ) จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลของแต่ละอ่างเก็บน้ำและความแม่นยำของการพยากรณ์จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดค่าของตัวแปรอิสระด้วย

รัศมี หานนสายออ (2542) ได้ทำการเปรียบเทียบหาตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อวางแผนการเพาะปลูกพืชจากการใช้เทคนิคการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาที่มีระดับค่าเฉลี่ยคงที่ (Constant Mean Model) วิธีการแยกองค์ประกอบ วิธีการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พยากรณ์ของวินเทอร์ วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง และวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ที่ต่ำที่สุด โดยศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนใน 19 จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ จังหวัดเลย อุตรดิตถ์ หนองคาย หนองบัวลำภู สกลนคร นครพนม ชัยภูมิ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มุกดาหาร มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร อำนาจเจริญ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ และ นครราชสีมา ตั้งแต่ปี 2529-2539 เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในปี 2540 และยังได้ทำการวิเคราะห์แนวโน้มพื้นผิว (Trend Surface Analysis) ของปริมาณน้ำฝนด้วยตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple Regression) เพื่อเปรียบเทียบกับตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี

ผลการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์พบว่าวิธีการแยกส่วนประกอบเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลปริมาณน้ำฝนมากที่สุด สำหรับทุกจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มพื้นผิวพบว่า เมื่อข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการจดบันทึกในปี 2539 ซึ่งเลือกจากสถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวน 93 สถานี จาก 300 สถานี ใน 19 จังหวัด และตำแหน่งที่ตั้งเส้นรุ้งเส้นแวงของสถานี เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนไปยังสถานีเป้าหมาย 10 สถานี เมื่อเปรียบเทียบค่าพยากรณ์จากการวิเคราะห์แนวโน้มพื้นผิว กับพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยคงที่ วิธีแยกส่วนประกอบ การพยากรณ์ของวินเทอร์ และวิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์ พบว่าการวิเคราะห์แนวโน้มพื้นผิวให้ค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนใกล้เคียงกับปริมาณน้ำฝนจริงมากที่สุด

โอพาร์ ชรรมานนท์ (2548) ได้ทำการเปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดระยะยาวของระบบ กฟผ.ระหว่างเทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิม กับการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งเทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิมประกอบด้วยวิธี Holt's Linear และ Multiple Linear Regression โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของระบบ กฟผ. ในอดีตช่วงปี พ.ศ.2533-2546 จากการเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมและเทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิมพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่าโดยค่าที่ใช้วัดความถูกต้องคือค่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

ณัฐกานต์ หมูทอง (2549) ได้ทำการพยากรณ์ราคาสัญญาล่วงหน้าแป้งมันสำปะหลังประเภทสตาร์ช ชั้นพิเศษ โดยใช้วิธีอาร์มา ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลรายวัน และรายสัปดาห์ของราคาสัญญาล่วงหน้า 3 สัญญา ซึ่งรวบรวมข้อมูลมาจากตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าเดือนกันยายนเป็นข้อมูลตั้งแต่วันที่ 3 พฤษภาคม 2548 ถึง วันที่ 31 สิงหาคม 2548 รวมทั้งสิ้น 82 ข้อมูลรายวัน หรือ 18 ข้อมูลรายสัปดาห์ ส่วนราคาสัญญาล่วงหน้าเดือนตุลาคมเป็นข้อมูลตั้งแต่วันที่ 3 พฤษภาคม 2548 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2548 รวมทั้งสิ้น 103 ข้อมูลรายวัน หรือ 22 ข้อมูลรายสัปดาห์ และราคาสัญญาล่วงหน้าเดือนพฤศจิกายนเป็นข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2548 ถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2548

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมทั้งสิ้น 104 ข้อมูลรายวัน หรือ 23 ข้อมูลรายสัปดาห์ การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ทั้งนี้กระบวนการดังกล่าวประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดรูปแบบ 2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ 3) การตรวจสอบความถูกต้อง 4) การพยากรณ์ ผลการศึกษาพบว่าได้แบบจำลองซึ่งเป็นข้อมูลรายวันราคาสัญญาล่วงหน้าเดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน 2548 คือ แบบจำลองอาร์มา AR(1) AR(2) MA(1) MA(3) แบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(5) MA(13) MA(16) และแบบจำลอง AR(1) MA(1) ตามลำดับ ส่วนข้อมูลรายสัปดาห์ราคาสัญญาล่วงหน้าเดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน 2548 คือ แบบจำลองอาร์มา AR(3) MA(1) MA(2) MA(3) แบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(2) และแบบจำลอง AR(1) MA(1) MA(8) MA(9) ตามลำดับ การประมาณค่าพารามิเตอร์พบว่าทุกแบบจำลองมีค่าทางสถิติแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยค่าที่ใช้วัดความถูกต้องคือค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Theil's Inequality Coefficient โดยทุกแบบจำลองที่ได้ให้ทั้ง 2 ค่าต่ำที่สุดจึงเหมาะสมมากที่สุดในการพยากรณ์

พิพัฒน์ บำรุงกาญจน์ (2550) ได้ทำการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า (Electric Energy Demand) ระยะปานกลาง (Medium-Term) ของผู้ใช้ไฟฟ้า 7 ประเภท คือ บ้านพักอาศัย กิจการขนาดเล็ก กิจการขนาดกลาง กิจการขนาดใหญ่ กิจการเฉพาะอย่าง ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร และไฟถนน โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทของการไฟฟ้านครหลวง (MEA) ตั้งแต่เดือนตุลาคมปีงบประมาณ 2543 ถึงเดือนกรกฎาคมปี 2550 โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นรายเดือนและรายไตรมาส ซึ่งวิธีที่ใช้เป็นเทคนิคการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสมูทติ้ง (Exponential Smoothing Technique) ประกอบด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing) วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเส้นตรงหรือวิธีโฮลท์ (Holt's Linear Exponential Smoothing) วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์ (Winter's Method Trend and Seasonal) และเทคนิควิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ในการวิจัยครั้งนี้ คือค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ผลการพยากรณ์พบว่า ประเภทที่ 1 บ้านพักอาศัย เหมาะกับวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์ ทั้งรายเดือนและรายไตรมาส ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก เหมาะกับเทคนิควิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ทั้งรายเดือนและรายไตรมาส ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง เหมาะกับวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์ ทั้งรายเดือนและรายไตรมาส ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ รายเดือนเหมาะกับวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์ รายไตรมาสเหมาะกับเทคนิควิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่างเหมาะกับวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์ ทั้งรายเดือนและรายไตรมาส ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร รายเดือนเหมาะกับวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์ รายไตรมาสเหมาะกับเทคนิควิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ประเภทที่ 7 โฟลนน เหมาะกับวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย ทั้งรายเดือนและรายไตรมาส

Armstrong, et al (2005) ได้ทำการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลารายปี ซึ่งประกอบไปด้วย

- 1) อุบัติเหตุที่เกิดจากอุตสาหกรรมยานยนต์ (Automobile Accident) ประกอบด้วย อุบัติเหตุ การบาดเจ็บ และการตายที่เกิดจากรถจักรยานยนต์ในประเทศ สหราชอาณาจักร ตั้งแต่ปี ค.ศ.1994 ถึง 2000 อุบัติเหตุที่เกิดบนทางด่วนของประเทศ สหราชอาณาจักร ตั้งแต่ปี ค.ศ.1967 ถึง 1980
- 2) อุบัติเหตุที่เกิดจากเครื่องบิน (Airline Accident) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มาจากรประเทศ สหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี ค.ศ.1945 ถึง 2000
- 3) รายได้ที่เกิดจากธุรกิจสายการบิน (Airline Revenues) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มาจากรประเทศ สหรัฐอเมริกา และประเทศทางแถบยุโรป ตั้งแต่ปี ค.ศ.1984 ถึง 1999
- 4) ยอดขายคอมพิวเตอร์ (Personal Computer Sales) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มาจากรประเทศ สหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี ค.ศ.1976 ถึง 2000
- 5) ผลิตภัณท์ประเภทบุหรี่ (Cigarette Production) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มาจากรประเทศ สหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี ค.ศ.1950 ถึง 1995

โดยในงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้วิธีแยกส่วนประกอบด้วย causal forces ซึ่งวิธีนี้จะใช้กับข้อมูล อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มในทางขึ้น ทางลง หรือเป็นเส้นตรงก็ได้ เปรียบเทียบกับวิธีการปรับให้ เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์ โดยให้น้ำหนักกับระดับ และแนวโน้ม อีกทั้งยังใช้วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ที่มีรูปแบบเป็น ARIMA (0,2,2) ค่าที่ใช้วัดความถูกต้องคือ ค่าMAPE ค่าMedian Absolute Percentage Error (MdAPE) และค่าMedian Relative Absolute Error (MdRAE)

ผลการทดลองพบว่าวิธีการแยกส่วนประกอบด้วย causal forces เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด ซึ่ง ควรมีการพัฒนาในด้านการคิด โปรแกรมสำเร็จรูปด้วยวิธีนี้ขึ้นมาเพื่อความสะดวก และความ แม่นยำ

Lee และ Chor (2009) ได้ทำการเปรียบเทียบความต้องการการใช้น้ำมันดีเซล (Diesel) และ น้ำมันเบนซิน (Gasoline) ของรถยนต์โดยสารภายในประเทศเกาหลีใต้ โดยการนำการพยากรณ์มา เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายน ค.ศ. 2003 โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นการเลือกขนาดของรถยนต์โดยสาร โดย เลือกจากรายได้ และขนาดของรถซึ่งแบ่งออกเป็น รถยนต์ขนาดเล็ก (Minicar) รถยนต์ขนาดย่อม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Compact car) รถยนต์ขนาดกลาง (Midsize car) และรถยนต์ขนาดใหญ่ (Large car) แบบที่ 2 เป็นการเลือกจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งมีให้เลือกจากชนิดของพลังงานเชื้อเพลิง (fuel type) ประกอบด้วยน้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซิน ราคาของพลังงานเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพของพลังงานเชื้อเพลิง ภาษีของยานพาหนะ ราคาในการสั่งซื้อ แบบที่ 3 เป็นการเลือกจากความต้องการขององค์ประกอบต่าง ๆ โดยจะพิจารณาจาก อายุ เพศ ที่อยู่อาศัย สถานภาพครอบครัว รายได้ของแต่ละบุคคล งาน ชนิดของยานพาหนะและความต้องการด้านอื่นๆ วิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้เป็นวิธีการวิเคราะห์การถดถอย และวิธี Scenarios โดยตัวแบบที่ได้เป็นดังนี้

$$\begin{aligned}
 U_{ij} = & \beta_1 \cdot TY\_FU_j + \beta_2 \cdot PRI\_CAR_j + \beta_3 \cdot PR\_FU_j \\
 & + \beta_4 \cdot TAX_j + \beta_5 \cdot EFFI_j + \beta_6 \cdot SEX_j \times TY\_FU_j \\
 & + \beta_7 \cdot AGE_j \times TY\_FU_j + \beta_8 \cdot MARR_j \times TY\_FU_j \\
 & + \beta_9 \cdot PRE\_CAR_j \times TY\_FU_j + \beta_{10} \cdot KM\_Y_j \times TY + \varepsilon_{ij}
 \end{aligned}$$

เมื่อ  $TY\_FU$  คือ ชนิดของพลังงานเชื้อเพลิง โดยมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อเป็นน้ำมันเบนซิน และเท่ากับ 1 เมื่อเป็นน้ำมันดีเซล

$PRI\_CAR$	คือ ยอดการสั่งซื้อของรถยนต์โดยสาร
$PR\_FU$	คือ ราคาพลังงานเชื้อเพลิงต่อลิตร
$TAX$	คือ ภาษีของรถยนต์โดยสารแต่ละบุคคลที่ต้องเสียต่อปี
$EFFI$	คือ ประสิทธิภาพของพลังงานเชื้อเพลิง
$SEX$	คือ เพศ
$AGE$	คือ อายุ
$MARR$	คือ สถานภาพ
$PRE\_CAR$	คือ เจ้าของรถยนต์โดยสาร
$KM\_Y$	คือ ระยะทางที่ขับต่อปี

โดยในงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้วิธี Benchmark เป็นเกณฑ์ในการวัดความถูกต้อง ผลที่ได้คือ คนเลือกใช้รถยนต์โดยสารที่ใช้ น้ำมันดีเซลมากกว่าน้ำมันเบนซิน เพราะจะเห็นได้จากยอดการสั่งซื้อที่สูง และอัตราการภาษีที่ถูกกว่าน้ำมันเบนซิน แต่น้ำมันดีเซล ก็ยังมีข้อบกพร่องบางประการเป็น ความสลาย เสี่ยง และการสิ้นของเครื่องยนต์และอื่น ๆ ดังนั้นด้วยเหตุผลเหล่านี้ก็ยังมีคนเลือกใช้น้ำมันเบนซินแทนน้ำมันดีเซล แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีคนเลือกใช้น้ำมันดีเซลมากกว่าน้ำมันเบนซิน

Iseri และ Karlik (2009) ได้ทำการศึกษาหาตัวแบบราคารถยนต์ โดยใช้วิธี Artificial Neural Network (ANN) ชนิด Multi Layer Perceptron (MLP) ซึ่งเป็นโครงสร้างของ Neural Network ที่มีการปรับแล้ว (Neural Network Adjusted) โดยแบ่งเป็น 2 ชั้นตอน คือ

1. ให้ราคาของรถยนต์เป็นบทนิยาม และวิธีการหาคำตอบเป็นข้อเสนอแนะ
2. อธิบายตัวแบบที่เป็นการทำงานของข้อมูลราคารถยนต์ในการใช้วิธี Neural Network จะต้องมีฐานในการสร้างตัวแบบในงานวิจัยฉบับนี้ให้ราคาชิ้นส่วนยานยนต์เป็นฐานในการทำโดยทำการศึกษา 2 สมมติฐาน คือ

- (i) ให้ Supply และ Demand อยู่ในจุดที่สมดุล คือปริมาณการผลิตเพียงพอกับปริมาณความต้องการและต้องคิดว่าไม่มีผลกระทบกับราคาทั้งทางบวกและทางลบ
- (ii) ให้ข้อมูลทั้งหมดเป็นราคาในตลาดรถยนต์ ตัวแบบที่ทำการสร้างในงานวิจัยฉบับนี้แบ่งเป็น 16 ชนิด และมี 159 ตัวอย่าง ใช้ Matlab Neural Networks Module (nftool) ในการคำนวณ โดยแบ่งเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับการศึกษา 60% ข้อมูลที่ในการนำไปอ้างอิงต่อการทำ 20% และข้อมูลที่ใช้ทดสอบ 20% โดยข้อมูลแต่ละชนิดมาจากการสุ่มจากข้อมูลทั้งหมด ค่าที่ใช้วัดความถูกต้องในงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้ค่า MSE ซึ่งได้ผลดังนี้ ส่วนที่เป็นการศึกษาได้ค่า  $MSE = 3.42329e^{-3}$  ส่วนที่เป็นการนำไปใช้อ้างอิงต่อได้ค่า  $MSE = 1.67505e^{-2}$  ส่วนที่เป็นการทดสอบได้ค่า  $MSE = 1.66757e^{-2}$

นอกจากนี้ยังใช้การวิเคราะห์การถดถอย ในการเปรียบเทียบราคารถยนต์ว่าถูกหรือแพง โดยถ้าราคาจริงต่ำกว่าราคาที่พยากรณ์ให้ถือว่าถูก ถ้าราคาจริงสูงกว่าราคาที่พยากรณ์ให้ถือว่าแพง

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาวิธีพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ที่เหมาะสมที่สุด พร้อมทั้งเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อน และตรวจสอบผลการผลการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ซึ่งประกอบไปด้วย วิธีนาอิว (Naive) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winter's Method) วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (Regression Analysis) กับวิธีการพยากรณ์รวมโดยการให้น้ำหนักแบบกำหนดการเชิงเส้น (Combined Method weighted by Linear Programming) และแบบวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (Combined Method weighted by Regression Analysis) โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบครั้งนี้คือ ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil มีวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

#### 3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

##### 3.1.1 ลักษณะข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศ ประเภทต่าง ๆ ได้แก่ รถยนต์นั่ง รถยนต์พาสสิจ และรถจักรยานยนต์ โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2545 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2552 รวมทั้งสิ้น 96 เดือน

##### 3.1.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้พยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศเป็นข้อมูลที่ยังอิงจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

### 3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยใช้โปรแกรม EXCEL 2003 และ *ForecastX* วิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้ม และการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน โดยการนำข้อมูลอนุกรมเวลามาวาดกราฟ เพื่อดูลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา และมีการใช้การทดสอบเครื่องหมายทำการทดสอบแนวโน้ม เมื่อตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลแล้ว ก็จะนำมาพิจารณาเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล

ขั้นที่ 2 พยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยว เพื่อหาสมการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละวิธี โดยสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากแนวโน้ม และฤดูกาลจะพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 4 วิธี ได้แก่ วิธีนาอิวฟ์ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ วิธีแยกส่วนประกอบ และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล โดยปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ มีดังนี้

ตัวแปรอิสระ 12 ตัวแปร คือ

$VI$  = ดัชนีหมวดยานยนต์

$FI$  = ดัชนีหมวดเชื้อเพลิง

$Gasoline\ 95$  = ราคาน้ำมันเบนซิน 95 หน่วย บาท/ลิตร

$CPA$  = ดัชนีราคาผู้ผลิตของประเทศ

$CPI/V\&F$  = ดัชนีราคาผู้บริโภคด้านยานพาหนะและน้ำมันเชื้อเพลิง

$CPA/Car$  = ดัชนีราคาผู้ผลิตด้านรถยนต์นั่ง

$Va\_I$  = ดัชนีมูลค่า

$QI$  = ดัชนีปริมาณ

$CI$  = ดัชนีราคา

$DI$  = ดัชนีราคาน้ำมันดีเซล

$Diesel$  = ราคาน้ำมันดีเซล หน่วยบาท/ลิตร

$CPA/Motorcycle$  = ดัชนีราคาผู้ผลิตด้านรถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยนั้น ในส่วนของรถยนต์นั่ง จะไม่เลือก  $DI =$  คำนีราคา้ำมันดีเซล  $Diesel =$  ราคา้ำมันดีเซล หน่วย บาท/ลิตร และ  $CPA/Motorcycle =$  คำนีราคาผู้ผลิตด้านรถจักรยานยนต์

ในส่วนของรถยนต์พาณิชย์ จะไม่เลือก  $Gasoline\ 95 =$  ราคา้ำมันเบนซิน 95 หน่วย บาท/ลิตร  $CPA/Car =$  คำนีราคาผู้ผลิตด้านรถยนต์นั่ง และ  $CPA/Motorcycle =$  คำนีราคาผู้ผลิตด้านรถจักรยานยนต์

ในส่วนของรถจักรยานยนต์ จะไม่เลือก  $DI =$  คำนีราคา้ำมันดีเซล  $Diesel =$  ราคา้ำมันดีเซล หน่วย บาท/ลิตร และ  $CPA/Car =$  คำนีราคาผู้ผลิตด้านรถยนต์นั่ง

ตัวแปรตาม 3 ตัว คือ

$SC =$  ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ด้านรถยนต์นั่ง

$SCC =$  ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ด้านรถยนต์พาณิชย์

$SM =$  ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ด้านรถจักรยานยนต์

โดยใช้โปรแกรม EXCEL 2003 และ ForecastX เพื่อหาสมการพยากรณ์แล้วนำเสนอผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้า โดยการวาดกราฟ

### 3.3 การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีการพยากรณ์รวม (Combined Forecast)

การหาค่าพยากรณ์รวม (Combined Forecasting)

รูปแบบอนุกรมเวลา

$$CF_t = \sum_{j=1}^m w_j (F_{j,t})$$

โดยที่  $w_j$  คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่  $j$  โดยที่  $\sum_{j=1}^m w_j = 1$

$F_{j,t}$  คือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่  $j$  ที่คาบเวลา  $t$

$j$  คือ วิธีการพยากรณ์ที่  $j$  เมื่อ  $j = 1, 2, \dots, m$

$t$  คือ คาบเวลา เมื่อ  $t = 1, 2, \dots, m$

$m$  คือ จำนวนวิธีพยากรณ์ที่นำมารวม

งานวิจัยครั้งนี้ จะเป็นการรวมวิธีพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีการวิเคราะห์ถดถอยแบบมีฤดูกาล ซึ่งในการพยากรณ์รวมนี้ จะมีการให้น้ำหนักเฉลี่ย 2 วิธี ดังนี้

### 1. วิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น

หลักการของวิธีการนี้ คือให้นำน้ำหนักแก่วิธีการพยากรณ์ที่นำมารวมกัน โดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยเราจะอาศัยค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ซึ่งประกอบด้วย

$$\text{ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ } \min \sum_{i=1}^n (D_i - w_1 F_i^1 - w_2 F_i^2 - w_3 F_i^3)^2$$

$$\begin{aligned} \text{ข้อจำกัด คือ} \quad & 0 \leq w_i \leq 1 ; i = 1, 2, 3 \\ & w_1 + w_2 + w_3 = 1 \end{aligned}$$

โดยที่  $D_i$  คือข้อมูลยอดขายในแต่ละประเภทที่เป็นค่าจริง โดยที่  $i = 1, 2, \dots, n$

$w_1$  คือค่าน้ำหนักของวิธีแยกส่วนประกอบ

$w_2$  คือค่าน้ำหนักของวิธีโฮสต์-วินเทอร์

$w_3$  คือค่าน้ำหนักของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล

$F_i^1$  คือค่าพยากรณ์ของวิธีแยกส่วนประกอบ

$F_i^2$  คือค่าพยากรณ์ของวิธีโฮสต์-วินเทอร์

$F_i^3$  คือค่าพยากรณ์ของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล

จากสมการวัตถุประสงค์เราสามารถกระจายเป็นได้

$$\min \sum_{i=1}^n \left[ \begin{aligned} & D_i^2 - w_1 D_i F_i^1 - w_2 D_i F_i^2 - w_3 D_i F_i^3 - w_1 D_i F_i^1 + (w_1 F_i^1)^2 \\ & + w_1 w_2 F_i^1 F_i^2 + w_1 w_3 F_i^1 F_i^3 - w_2 D_i F_i^2 + w_1 w_2 F_i^1 F_i^2 + (w_2 F_i^2)^2 \\ & + w_2 w_3 F_i^2 F_i^3 - w_3 D_i F_i^3 + w_1 w_3 F_i^1 F_i^3 + w_2 w_3 F_i^2 F_i^3 + (w_3 F_i^3)^2 \end{aligned} \right]$$

$$\min \left[ \begin{aligned} & \sum_{i=1}^n D_i^2 - w_1 \sum_{i=1}^n D_i F_i^1 - w_2 \sum_{i=1}^n D_i F_i^2 - w_3 \sum_{i=1}^n D_i F_i^3 - w_1 \sum_{i=1}^n D_i F_i^1 + w_1^2 \sum_{i=1}^n (F_i^1)^2 \\ & + w_1 w_2 \sum_{i=1}^n F_i^1 F_i^2 + w_1 w_3 \sum_{i=1}^n F_i^1 F_i^3 - w_2 \sum_{i=1}^n D_i F_i^2 + w_1 w_2 \sum_{i=1}^n F_i^1 F_i^2 + w_2^2 \sum_{i=1}^n (F_i^2)^2 \\ & + w_2 w_3 \sum_{i=1}^n F_i^2 F_i^3 - w_3 \sum_{i=1}^n D_i F_i^3 + w_1 w_3 \sum_{i=1}^n F_i^1 F_i^3 + w_2 w_3 \sum_{i=1}^n F_i^2 F_i^3 + w_3^2 \sum_{i=1}^n (F_i^3)^2 \end{aligned} \right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\min \left[ \begin{aligned} & \sum_{i=1}^n D_i^2 + w_1^2 \sum_{i=1}^n (F_i^1)^2 + w_2^2 \sum_{i=1}^n (F_i^2)^2 + w_3^2 \sum_{i=1}^n (F_i^3)^2 - 2w_1 \sum_{i=1}^n D_i F_i^1 \\ & - 2w_2 \sum_{i=1}^n D_i F_i^2 - 2w_3 \sum_{i=1}^n D_i F_i^3 + 2w_1 w_2 \sum_{i=1}^n F_i^1 F_i^2 + 2w_1 w_3 \sum_{i=1}^n F_i^1 F_i^3 \\ & + 2w_2 w_3 \sum_{i=1}^n F_i^2 F_i^3 \end{aligned} \right]$$

## 2. วิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล

หลักการของวิธีการนี้ คือ ให้นำนักแก้วิธีการพยากรณ์ตามวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบฤดูกาล โดยใช้วิธี Ordinary Least Square (OLS) ในการประมาณค่าน้ำหนักแต่ละวิธีการพยากรณ์ โดยเราสามารถหาวิธีการพยากรณ์รวมที่เหมาะสมที่สุด สมการการถดถอยที่ทำการวิเคราะห์ คือ

$$CF = w_0 + w_1 F_1 + w_2 F_2 + w_3 F_3 \quad ; \quad \sum_{i=1}^3 w_i = 1$$

โดยที่  $CF$  คือ วิธีการพยากรณ์รวมที่เหมาะสมที่สุด

$F_i$  คือ วิธีการพยากรณ์เดี่ยวที่  $i$ ;  $i=1,2,3$

$w_i$  คือ น้ำหนักของวิธีการพยากรณ์เดี่ยวที่  $i$ ;  $i=1,2,3$

$w_0$  คือ ส่วนที่ตัดแกน  $Y$

เพื่อให้สามารถให้น้ำหนักของการพยากรณ์เดี่ยวแต่ละวิธีมีความเหมาะสมมากขึ้นดังนั้นเราจึงต้องกำหนดให้ค่าตัดแกน  $Y$  เป็นศูนย์ ( $w_0 = 0$ )

## 3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

### 3.4.1 การวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลเพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาวิธีการพยากรณ์นั้น มีขั้นตอนดังนี้

- 1) วาดกราฟของข้อมูลอนุกรมเวลาที่เราต้องการพยากรณ์
- 2) วิเคราะห์ส่วนประกอบต่าง ๆ ของอนุกรมเวลา โดยพิจารณาจากกราฟ

- 3) เลือกเทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณที่สอดคล้องกับการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาข้างต้น จากการศึกษาวิจัยได้เลือกเทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ ดังนี้ วิธีนาอ็ฟ วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล และวิธีการพยากรณ์รวม
- 4) สร้างแบบจำลองเชิงปริมาณเพื่อพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศ ด้วยโปรแกรม *ForecastX*

โดยวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการพยากรณ์ มีดังนี้

- (i) วิธีการพยากรณ์ในการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศด้วยวิธีนาอ็ฟ เราสามารถสร้างได้โดยใช้ค่าสังเกตล่าสุดมาเป็นค่าพยากรณ์ สมการพยากรณ์โดยวิธีนาอ็ฟ มีสมการดังนี้

$$F_t = A_{t-1}$$

เมื่อ  $F_t$  คือ ค่าพยากรณ์ ณ คาบเวลา  $t$

$A_{t-1}$  คือ ค่าจริง ณ คาบเวลา  $t-1$

จากนั้นนำค่าพยากรณ์ที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีพยากรณ์ต่อไป

- (ii) วิธีการพยากรณ์ในการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศด้วยวิธีพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ โดยใช้โปรแกรม *ForecastX* มีขั้นตอนดังนี้

- ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องวิธีพยากรณ์โดยการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ในรูปแบบการคูณ [J.Holton, Barry et al) (2007)] โดยมีสมการการพยากรณ์ดังนี้

$$W_{t+m} = (F_t + mT_t)S_{t+m-p}$$

โดยที่  $m$  คือ ระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า  $m = 1, 2, \dots$

$p$  คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

$F_t$  คือ ระดับของข้อมูล หาได้จากสมการ

$$F_t = \frac{\alpha X_t}{S_{t-p}} + (1-\alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

$T_t$  คือ ส่วนของแนวโน้ม หาได้จากสมการ

$$T_t = \gamma(F_t - F_{t-1}) + (1-\gamma)T_{t-1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$S_t$  คือ ส่วนของฤดูกาล หาได้จากสมการ

$$S_t = \frac{\beta X_t}{F_t} + (1 - \beta) S_{t-p}$$

- จากนั้นนำสมการพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ในข้อ 1) มาสร้างสมการพยากรณ์ตามรูปแบบการคำนวณของโปรแกรม *ForecastX* ซึ่งโปรแกรมได้คำนวณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดให้แล้ว
  - นำสมการที่ได้มาพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศ และนำค่าที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีพยากรณ์ต่อไป
- (iii) วิธีการพยากรณ์ในการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศด้วยวิธีแยกส่วนประกอบในโปรแกรมสำเร็จรูป *ForecastX* มีขั้นตอนดังนี้
- ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องวิธีพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ อ้างถึงใน [J.Holton, Barry et al) (2007)] โดยมีสมการการพยากรณ์ดังนี้

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

โดยที่

$Y_t$  คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ คาบเวลา  $t$

$T_t$  คือ ค่าแนวโน้ม ณ คาบเวลา  $t$

$S_t$  คือ ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล ณ คาบเวลา  $t$

$C_t$  คือ ค่าวัดอิทธิพลของวัฏจักร ณ คาบเวลา  $t$

$I_t$  คือ ค่าเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ณ คาบเวลา  $t$

วิธีการแยกส่วนประกอบ สำหรับแบบจำลองผลคูณ มีทั้งหมด 9 ขั้นตอนดังนี้

- a) กำหนดค่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Centered Moving Average:  $CMA_t$ ) แบบ 4 ไตรมาส สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่เป็นรายไตรมาส และแบบ 12 เดือนสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่เป็นรายเดือน มีสูตรดังนี้

$$\text{สำหรับข้อมูลที่เป็นรายไตรมาส } MA_t = (Y_{t-2} + Y_{t-1} + Y_t + Y_{t+1}) / 4$$

สำหรับข้อมูลที่เป็นรายเดือน

$$MA_t = (Y_{t-6} + Y_{t-5} + \dots + Y_t + Y_{t+1} + \dots + Y_{t+4} + Y_{t+5}) / 12$$

- b) จัดค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ให้อยู่กึ่งกลางตามจำนวนคาบเวลา

- c) คำนวณหาค่าฤดูกาลและปัจจัยเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ณ คาบเวลา  $t$  หาได้โดย  $S_t I_t = Y_t / CMA_t$
- d) หาค่าเฉลี่ยของฤดูกาล
- e) ปรับค่าฤดูกาล
- f) ถอดฤดูกาลออกจากข้อมูลอนุกรมเวลา
- g) หาค่า Trend Line ของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่ฤดูกาล
- h) คำนวณหาค่าข้อมูลของช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์
- i) ใส่ค่าฤดูกาลกลับเข้าไปในข้อมูลที่พยากรณ์ได้ในข้อ h)ตามช่วงเวลาพยากรณ์
- สำหรับการวัดความผันแปรตามฤดูกาลที่วัดออกมาในรูปฤดูกาลจะใช้วิธีอัตราส่วนต่อค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Ratio to Trend Method)
  - นำสมการที่สร้างเสร็จแล้วมาทำการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ และนำค่าที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีพยากรณ์ต่อไป
- (iv) วิธีการพยากรณ์ในการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล มีขั้นตอนดังนี้
- ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องวิธีพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย อ้างถึงใน [J.Holton, Barry et al) (2007)] โดยมีสมการการพยากรณ์ดังนี้ 
$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + e$$
 โดยที่  $Y_t$  คือ ค่าสังเกตที่  $t$  ของตัวแปรตามของประชากร  
 $X_{jt}$  คือ ค่าสังเกตที่  $t$  ของตัวแปรอิสระที่  $j$  ของประชากร  
 $\beta_0$  คือ ส่วนที่ตัดแกน  $Y$  เมื่อกำหนดให้  $X_1 = X_2 = \dots = X_k = 0$   
 $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุเชิงส่วน (Partial Regression Coefficient) โดยที่ค่า  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม  $Y$  เมื่อตัวแปรอิสระ  $x_1, x_2, \dots, x_k$  เปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย โดยที่ตัวแปรอิสระ  $X$  ตัวอื่น ๆ มีค่าคงที่  
 $e$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน
  - ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภท
  - ทำการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลเข้าเป็นตัวแปรอิสระเพื่อทำการคำนวณสมการการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาลต่อไป

- นำข้อมูลยอดขายของแต่ละประเภทที่มีการกำจัดอิทธิพลของฤดูกาลแล้วมาทำการคำนวณสมการการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ
- ใส่ค่าฤดูกาลกลับเข้าไป
- นำสมการที่สร้างเสร็จแล้วมาทำการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ และนำค่าที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีพยากรณ์ต่อไป

(v) วิธีการพยากรณ์ในการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศด้วยวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น มีขั้นตอนดังนี้

- สร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุด
- กำหนดสมการข้อจำกัด คือ มีการให้น้ำหนักของแต่ละวิธีพยากรณ์เดี่ยวโดยผลรวมของน้ำหนักต้องมีค่าเท่ากับหนึ่ง และน้ำหนักแต่ละตัวต้องมีค่าอยู่ระหว่างศูนย์ถึงหนึ่ง
- ใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมของแต่ละวิธีพยากรณ์เดี่ยว
- นำสมการที่สร้างเสร็จแล้วมาทำการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ และนำค่าที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีพยากรณ์ต่อไป

(vi) วิธีการพยากรณ์ในการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศด้วยวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย มีขั้นตอนดังนี้

$$\text{คำนวณหาค่าพยากรณ์จากสูตร } CF = w_0 + w_1F_1 + w_2F_2 + w_3F_3 \quad ; \sum_{i=1}^3 w_i = 1$$

โดยที่  $CF$  คือ วิธีพยากรณ์รวมที่เหมาะสมที่สุด

$F_i$  คือ วิธีพยากรณ์เดี่ยวที่  $i$ ;  $i=1,2,3$

$w_i$  คือ น้ำหนักของวิธีพยากรณ์เดี่ยวที่  $i$ ;  $i=1,2,3$

$w_0$  คือ ส่วนที่ตัดแกน  $Y$

- นำสมการที่ได้มาพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศ และนำค่าที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีพยากรณ์ต่อไป

### 3.4.2 ตรวจสอบผลการพยากรณ์

ตรวจสอบผลการพยากรณ์ โดยการวาดกราฟค่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่เกิดขึ้นจริง กับค่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์เดี่ยวทั้ง 4 วิธี และวิธีพยากรณ์รวม

### 3.4.3 กำหนดค่าความถูกต้องและเปรียบเทียบค่าความถูกต้องในการพยากรณ์

- 1) หาค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) แยกแต่ละประเภท และแต่ละเทคนิควิธี ของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศ ตามสมการ
- 2) หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) แยกแต่ละประเภท และแต่ละเทคนิควิธี ของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศ ตามสมการ
- 3) หาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) แยกตามแต่ละประเภท และแต่ละเทคนิควิธี ของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศ ตามสมการ
- 4) หาค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) แยกตามแต่ละประเภท และแต่ละเทคนิควิธี ของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศ ตามสมการ
- 5) หาสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil แยกตามแต่ละประเภท และแต่ละเทคนิควิธี ของยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ภายในประเทศ ตามสมการ
- 6) เปรียบเทียบค่าวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ โดยเปรียบเทียบ 4 วิธีดังนี้
  - (i) เปรียบเทียบค่า MAE ถ้าค่า MAE ของการพยากรณ์วิธีที่  $i$  มีค่าน้อยกว่าค่า MAE ของการพยากรณ์วิธีที่  $j$  จะถือว่าการพยากรณ์วิธีที่  $i$  ให้ค่าพยากรณ์ได้ถูกต้องมากกว่าการพยากรณ์วิธีที่  $j$
  - (ii) เปรียบเทียบค่า MSE ถ้าค่า MSE ของการพยากรณ์วิธีที่  $i$  มีค่าน้อยกว่าค่า MSE ของการพยากรณ์วิธีที่  $j$  จะถือว่าการพยากรณ์วิธีที่  $i$  ให้ค่าพยากรณ์ได้ถูกต้องมากกว่าการพยากรณ์วิธีที่  $j$
  - (iii) เปรียบเทียบค่า MAPE ถ้าค่า MAPE ของการพยากรณ์วิธีที่  $i$  มีค่าน้อยกว่าค่า MAPE ของการพยากรณ์วิธีที่  $j$  จะถือว่าการพยากรณ์วิธีที่  $i$  ให้ค่าพยากรณ์ได้ถูกต้องมากกว่าการพยากรณ์วิธีที่  $j$

เปรียบเทียบค่า Theil's U ดังนี้

- ถ้า  $U = 1$  จะได้ว่ารูปแบบใหม่และรูปแบบวิธีนาอีฟ มีความถูกต้องของการพยากรณ์ไม่แตกต่างกัน
- ถ้า  $U > 1$  จะได้ว่ารูปแบบวิธีนาอีฟ มีความถูกต้องของการพยากรณ์มากกว่ารูปแบบใหม่
- ถ้า  $U < 1$  จะได้ว่ารูปแบบใหม่ มีความถูกต้องของการพยากรณ์มากกว่ารูปแบบวิธีนาอีฟ

- (v) เปรียบเทียบผลความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยวิธีเดีว และการพยากรณ์รวม
- (vi) เลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อน ทั้ง 4 ตัวที่ต่ำสุด สำหรับข้อมูลแต่ละชุด เพื่อนำพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาในอีก 24 เดือนล่วงหน้า



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

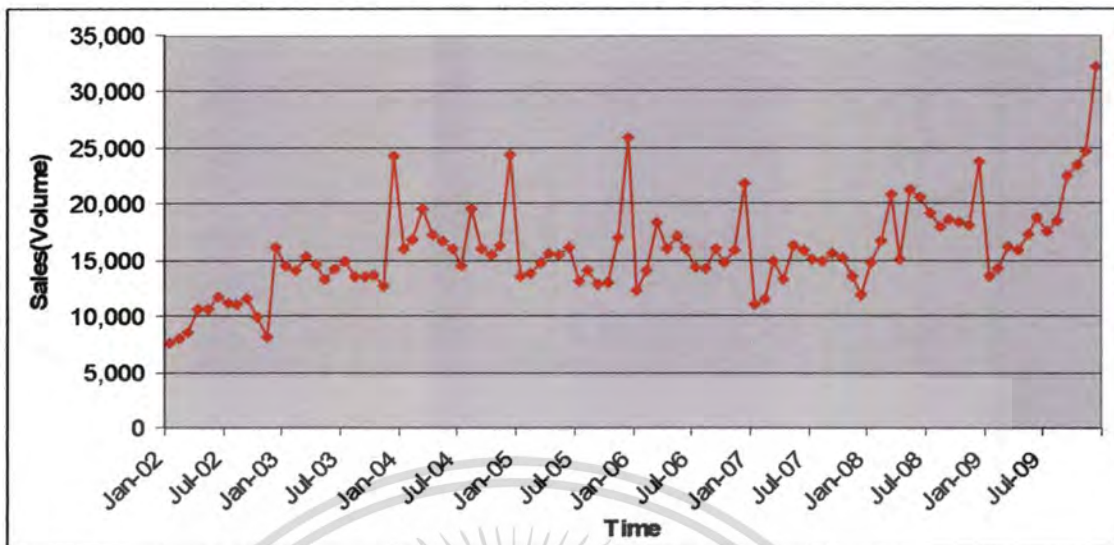
ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศโดยใช้ค่าวัดความถูกต้องทางสถิติเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยจะเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

- 4.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของข้อมูลยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์
- 4.2 ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยว
- 4.3 ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ด้วยวิธีการพยากรณ์รวม
- 4.4 ผลการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์
- 4.5 ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของข้อมูลยอดขาย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์แต่ละประเภท โดยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ ออกเป็น 3 ตอนคือ ตอนที่ 1 เป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง ตอนที่ 2 เป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ประเภทรถยนต์พาณิชย์ ตอนที่ 3 เป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ประเภทรถจักรยานยนต์ มีรายละเอียดดังนี้

#### 4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายประเภทรถยนต์นั่ง



รูปที่ 4.1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลยอดขายรถยนต์นั่ง

การทดสอบแนวโน้มแบบไม่อิงพารามิเตอร์

กำหนด  $H_0$ : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม

$H_1$ : อนุกรมเวลามีแนวโน้มอาจจะเป็นทางขึ้นหรือทางลง

ตารางที่ 4.1 แสดงการหาค่าจำนวนผลต่างครั้งที่หนึ่งของ  $Y_t - Y_{t-1}$  หรือค่า  $V$  ของรถยนต์นั่ง

ยอดขายรถยนต์นั่ง	เครื่องหมาย	ยอดขายรถยนต์นั่ง	เครื่องหมาย
7,671		15,342	+
8,131	+	14,656	-
8,644	+	13,371	-
10,767	+	14,338	+
10,669	-	14,965	+
11,860	+	13,583	-
11,268	-	13,591	+
11,097	-	13,773	+
11,727	+	12,801	-
9,995	-	24,330	+
8,256	-	16,005	-
16,245	+	16,902	+
14,556	-	19,605	+
14,112	-	17,325	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอดขายรถยนต์นั่ง	เครื่องหมาย	ยอดขายรถยนต์นั่ง	เครื่องหมาย
16,718	-	14,929	+
16,082	-	13,301	-
14,583	-	16,385	+
19,569	+	15,881	-
16,041	-	15,085	-
15,521	-	14,901	-
16,330	+	15,647	+
24,433	+	15,265	-
13,602	-	13,612	-
13,903	+	11,960	-
14,755	+	14,821	+
15,584	+	16,805	+
15,484	-	20,845	+
16,247	+	15,150	-
13,202	-	21,248	+
14,122	+	20,569	-
12,927	-	19,273	-
12,981	+	17,976	-
17,029	+	18,674	+
25,925	+	18,416	-
12,287	-	18,167	-
14,164	+	23,807	+
18,332	+	13,522	-
16,069	-	14,247	+
17,222	+	16,183	+
16,053	-	15,971	-
14,396	-	17,356	+
14,272	-	18,745	+
16,008	+	17,527	-
14,796	-	18,568	+
15,984	+	22,524	+
21,822	+	23,538	+
11,059	-	24,735	+
11,534	+	32,253	+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 ค่า  $V$  ซึ่งคือการหาค่าผลต่างของจำนวนเครื่องหมายบวกและจำนวนเครื่องหมายลบ

$$V = 5, n = 96, \mu_r = \frac{n}{2} = \frac{96}{2} = 48$$

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{n}{4}} = \sqrt{\frac{96}{4}} = 4.899$$

$$Z = \frac{V - \mu_r}{\sigma_r} = \frac{5 - 48}{4.899} = -8.777$$

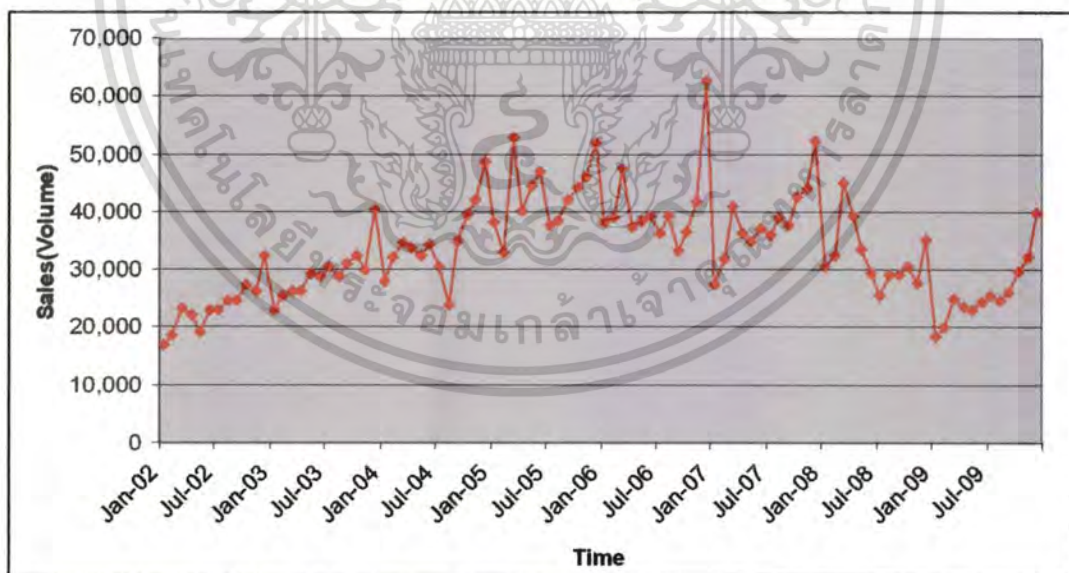
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่า  $z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$  และ  $-z_{\frac{\alpha}{2}} = -1.96$  จะเห็นว่า  $z < -z_{\frac{\alpha}{2}}$  ดังนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ข้อมูลอนุกรมมีแนวโน้มจะเป็นทางขึ้นหรือทางลง

จากรูปที่ 4.1 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลยอดขายรถยนต์นั่ง พบว่ามีลักษณะการเคลื่อนไหวที่มีแนวโน้มเพราะลักษณะของกราฟไม่เป็นเส้นตรง และมีอิทธิพลของฤดูกาลเนื่องจากกราฟมีลักษณะขึ้นหรือลงในช่วงเวลาเดียวกัน เช่นกราฟจะขึ้นสูงสุดในเดือนธันวาคมของทุกปี

ดังนั้นจากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลเบื้องต้นของข้อมูลยอดขายรถยนต์นั่ง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคนิควิธีการพยากรณ์แบบทำให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ วิธีแยกส่วนประกอบ และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล

#### 4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายรถยนต์พาณิชย์



รูปที่ 4.2 ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลรถยนต์พาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบแนวโน้มแบบไม่อิงพารามิเตอร์

กำหนด  $H_0$  : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม

$H_1$  : อนุกรมเวลามีแนวโน้มอาจจะเป็นทางขึ้นหรือทางลง

ตารางที่ 4.2 แสดงการหาค่า  $V$  ของรถยนต์พาณิชย์

ยอดขายรถยนต์พาณิชย์	เครื่องหมาย	ยอดขายรถยนต์พาณิชย์	เครื่องหมาย
17,056		34,397	+
18,672	+	30,714	-
23,484	+	24,099	-
22,210	-	35,077	+
19,423	-	39,820	+
23,070	+	42,248	+
23,101	+	48,792	+
24,674	+	38,292	-
24,862	+	33,154	-
27,505	+	52,799	+
26,432	-	40,336	-
32,584	+	44,586	+
23,241	-	47,174	+
25,582	+	37,660	-
26,358	+	38,706	+
26,543	+	42,210	+
29,406	+	44,418	+
29,003	-	46,391	+
30,677	+	51,951	+
28,896	-	38,170	-
31,266	+	39,147	+
32,411	+	47,751	+
30,145	-	37,467	-
40,509	+	38,478	+
28,118	-	39,479	+
32,142	+	36,242	-
34,813	+	39,383	+
33,990	-	33,375	-
32,554	-	36,596	+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอดขายรถยนต์พาณิชย์	เครื่องหมาย	ยอดขายรถยนต์พาณิชย์	เครื่องหมาย
41,816	+	29,540	-
62,699	+	25,499	-
27,584	-	29,154	+
32,072	+	29,207	+
41,092	+	30,527	+
36,357	-	27,901	-
34,979	-	35,199	+
37,341	+	18,563	-
36,072	-	20,114	+
39,262	+	25,146	+
37,844	-	23,742	-
42,597	+	23,183	-
44,107	+	24,657	+
52,385	+	25,629	+
30,610	-	24,683	-
32,443	+	26,125	+
45,262	+	29,733	+
39,329	-	32,296	+
33,662	-	39,832	+

จากตารางที่ 4.2 ค่า  $V = 25, n = 96, \mu_v = \frac{n}{2} = \frac{96}{2} = 48$

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{n}{4}} = \sqrt{\frac{96}{4}} = 4.899$$

$$Z = \frac{V - \mu_v}{\sigma_v} = \frac{25 - 48}{4.899} = -4.695$$

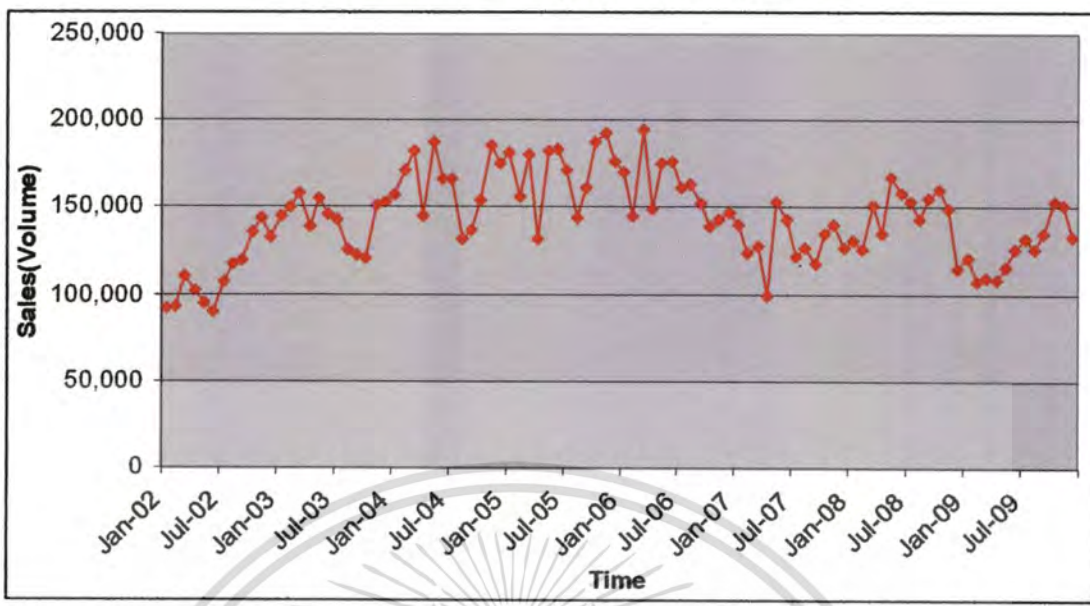
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่า  $z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$  และ  $-z_{\frac{\alpha}{2}} = -1.96$  จะเห็นว่า  $z < -z_{\frac{\alpha}{2}}$  ดังนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ

ข้อมูลอนุกรมมีแนวโน้มอาจจะเป็นทางขึ้นหรือทางลง

จากรูปที่ 4.2 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลยอดขายรถยนต์พาณิชย์ พบว่ามีลักษณะการเคลื่อนไหวที่มีแนวโน้มเพราะลักษณะของกราฟไม่เป็นเส้นตรง และมีอิทธิพลของฤดูกาลเนื่องจากกราฟมีลักษณะขึ้นหรือลงในช่วงเวลาเดียวกัน เช่นกราฟจะขึ้นสูงสุดในเดือนธันวาคมของทุกปี

ดังนั้นจากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลเบื้องต้นของข้อมูลยอดขายรถยนต์พาณิชย์ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคนิควิธีการพยากรณ์ในทำนองเดียวกันกับรถยนต์นั่ง

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายรถจักรยานยนต์



รูปที่ 4.3 ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลยอดขายรถจักรยานยนต์

การทดสอบแนวโน้มแบบไม่อิงพารามิเตอร์

กำหนด  $H_0$  : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม

$H_1$  : อนุกรมเวลามีแนวโน้มจะเป็นทางขึ้นหรือทางลง

ตารางที่ 4.3 แสดงการหาค่า  $V$  ของรถจักรยานยนต์

ยอดขายรถจักรยานยนต์	เครื่องหมาย	ยอดขายรถจักรยานยนต์	เครื่องหมาย
92,700		144,648	+
93,932	+	133,567	-
110,940	+	145,458	+
102,191	-	150,378	+
95,162	-	158,498	+
90,911	-	138,964	-
107,586	+	155,595	+
117,417	+	146,077	-
120,094	+	143,687	-
136,244	+	126,517	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอดขายรถจักรยานยนต์	เครื่องหมาย	ยอดขายรถจักรยานยนต์	เครื่องหมาย
123,272	-	142,789	+
121,014	-	147,324	+
151,449	+	140,325	-
153,372	+	124,378	-
157,644	+	128,343	+
171,855	+	99,477	-
183,343	+	153,766	+
145,356	-	143,431	-
187,970	+	121,566	-
166,451	-	126,629	+
167,113	+	118,237	-
131,912	-	134,659	+
137,249	+	140,645	+
154,413	+	126,983	-
186,471	+	131,574	+
175,696	-	126,091	-
182,100	+	151,181	+
156,305	-	134,688	-
180,663	+	167,181	+
132,488	-	159,033	-
182,694	+	153,118	-
183,450	+	143,548	-
171,890	-	155,600	+
144,595	-	160,738	+
161,169	+	149,578	-
187,671	+	115,227	-
192,978	+	121,442	+
177,001	-	107,858	-
170,925	-	109,454	+
145,748	-	108,414	-
195,542	+	116,230	+
149,159	-	126,064	+
175,373	+	132,135	+
177,071	+	125,985	-
161,926	-	135,355	+
163,507	+	153,773	+
152,259	-	151,184	-
139,003	-	133,330	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 ค่า  $V = 7, n = 96, \mu_v = \frac{n}{2} = \frac{96}{2} = 48$

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{n}{4}} = \sqrt{\frac{96}{4}} = 4.899$$

$$Z = \frac{V - \mu_v}{\sigma_v} = \frac{7 - 48}{4.899} = -8.369$$

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่า  $z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$  และ  $-z_{\frac{\alpha}{2}} = -1.96$  จะเห็นว่า  $z < -z_{\frac{\alpha}{2}}$  ดังนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ

ข้อมูลอนุกรมมีแนวโน้มอาจจะเป็นทางขึ้นหรือทางลง

จากรูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลยอดขายรถจักรยานยนต์ พบว่ามีลักษณะการเคลื่อนไหวที่มีแนวโน้มเพราะลักษณะของกราฟไม่เป็นเส้นตรง และมีอิทธิพลของฤดูกาลเนื่องจากกราฟมีลักษณะขึ้นหรือลงในช่วงเวลาเดียวกัน เช่นกราฟจะขึ้นสูงสุดในทุกๆ เดือนของทุกปีเพราะรถจักรยานยนต์มีราคาถูกลงกว่ารถประเภทอื่นจึงมียอดขายสูงในเกือบทุกเดือน

ดังนั้นจากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลเบื้องต้นของข้อมูลยอดขายรถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคนิควิธีการพยากรณ์ในทำนองเดียวกันกับรถยนต์นั่ง

## 4.2 ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ด้วยวิธีพยากรณ์เดียว

ผู้วิจัยนำเสนอผลการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภท โดยแบ่งการนำเสนอผลการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ออกเป็น 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นผลการพยากรณ์ด้วยวิธีน้าอึฟ ตอนที่ 2 เป็นผลการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบทำให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ตอนที่ 3 เป็นผลการพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ และตอนที่ 4 เป็นผลการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาลซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

### 4.2.1 ผลการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์แต่ละประเภทด้วยวิธีน้าอึฟ

ผู้วิจัยนำเสนอผลการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีน้าอึฟ ที่ได้จากรูปพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในโปรแกรม EXCEL

สามารถสรุปผลการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้าในแต่ละประเภท ดังแสดงในตารางที่ 4.4

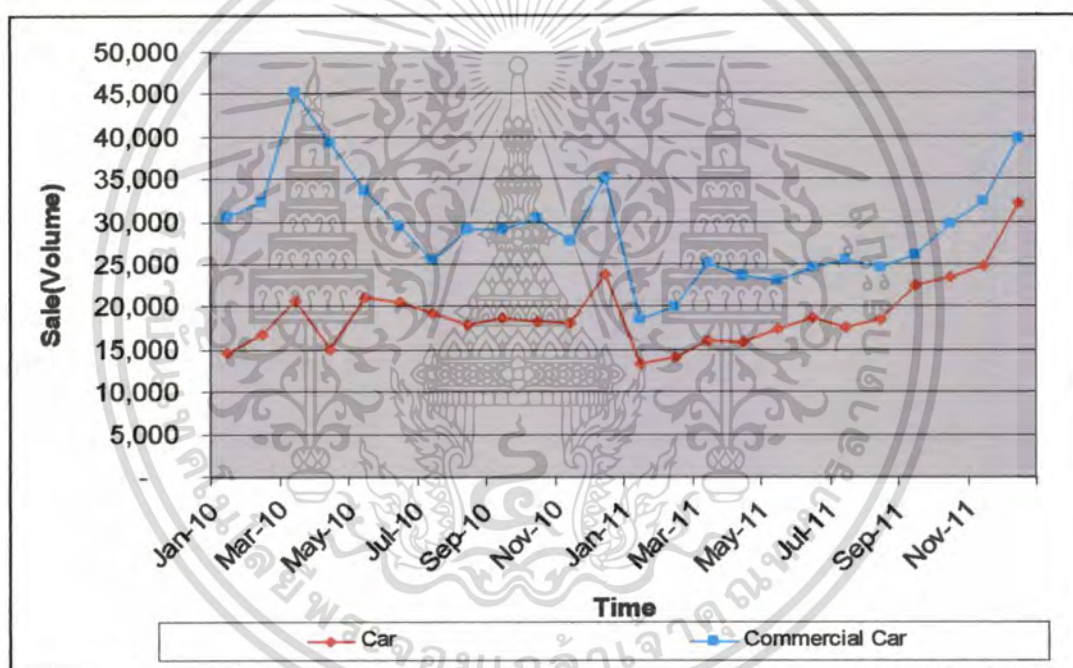
ตารางที่ 4.4 ผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้าของยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภท โดยวิธีพยากรณ์ด้วยวิธีนาอิว

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์(คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2553	ม.ค.	14,821	30,610	131,574
2553	ก.พ.	16,805	32,443	126,091
2553	มี.ค.	20,845	45,262	151,181
2553	เม.ย.	15,150	39,329	134,688
2553	พ.ค.	21,248	33,662	167,181
2553	มิ.ย.	20,569	29,540	159,033
2553	ก.ค.	19,273	25,499	153,118
2553	ส.ค.	17,976	29,154	143,548
2553	ก.ย.	18,674	29,207	155,600
2553	ต.ค.	18,416	30,527	160,738
2553	พ.ย.	18,167	27,901	149,578
2553	ธ.ค.	23,807	35,199	115,227
2554	ม.ค.	13,522	18,563	121,442
2554	ก.พ.	14,247	20,114	107,858
2554	มี.ค.	16,183	25,146	109,454
2554	เม.ย.	15,971	23,742	108,414
2554	พ.ค.	17,356	23,183	116,230
2554	มิ.ย.	18,745	24,657	126,064
2554	ก.ค.	17,527	25,629	132,135
2554	ส.ค.	18,568	24,683	125,985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

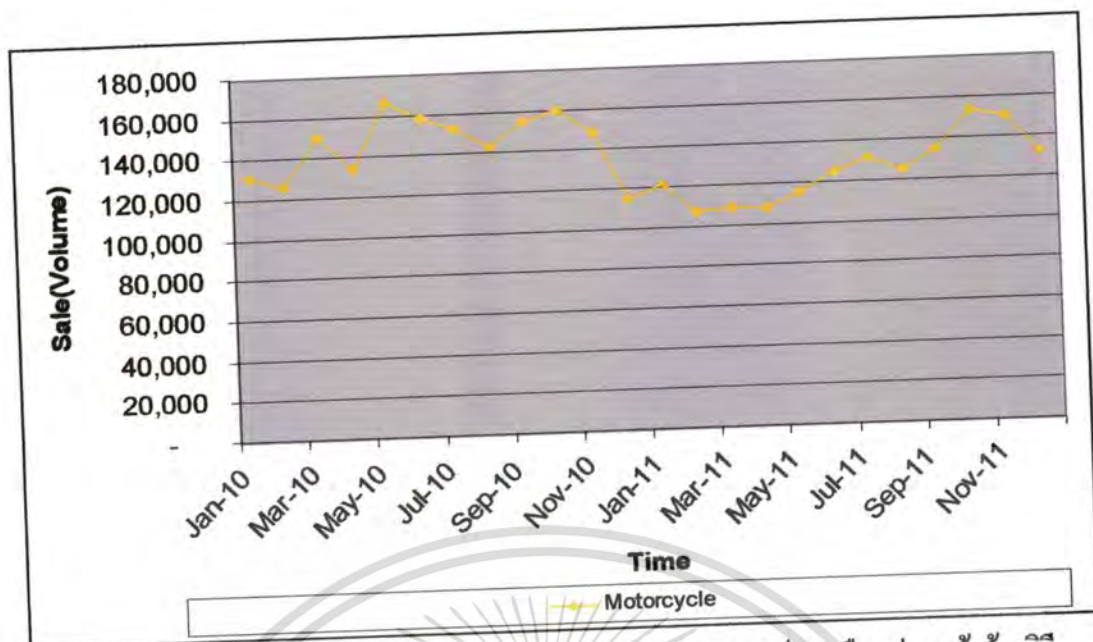
ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์(คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2554	ก.ย.	22,524	26,125	135,355
2554	ต.ค.	23,538	29,733	153,773
2554	พ.ย.	24,735	32,296	151,184
2554	ธ.ค.	32,253	39,832	133,330

จากตารางที่ 4.4 เมื่อนำผลการพยากรณ์ระดับยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภทด้วยวิธีนาอิว มาวาดกราฟเพื่อสังเกตการณ์เคลื่อนไหวของข้อมูลค่าการพยากรณ์ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และ 4.5



รูปที่ 4.4 ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พาณิชย์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีนาอิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภทจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธี

นาอ็ฟ

จากรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภท 24 เดือนล่วงหน้า โดยวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีนาอ็ฟ พบว่าค่าพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภท มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่มีแนวโน้มขึ้นลงไม่คงที่ในกรณียอดขายจักรยานยนต์ แต่มีแนวโน้มขึ้นในเดือนมีนาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 และ 2554 ในกรณียอดขายรถยนต์นั่ง และรถยนต์พาณิชย์

ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภทโดยวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีนาอ็ฟ ในตอนนี้ ผู้วิจัยต้องการจะเปรียบเทียบวิธีนาอ็ฟ กับวิธีพยากรณ์แบบอื่นๆ ได้แก่ วิธีทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ วิธีแยกส่วนประกอบ ว่าแบบใดจะมีความแม่นยำมากกว่ากัน โดยใช้ค่าสถิติที่เรียกว่า Theil's U-statistic มาใช้ในการเปรียบเทียบขั้นตอนต่อไป

4.2.2 ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภทด้วยวิธีพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์

ผู้วิจัยนำเสนอผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภท 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ในโปรแกรม *ForecastX* สามารถสรุปผลการพยากรณ์ระดับยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า ในแต่ละประเภท ดังแสดงในตารางที่ 4.5

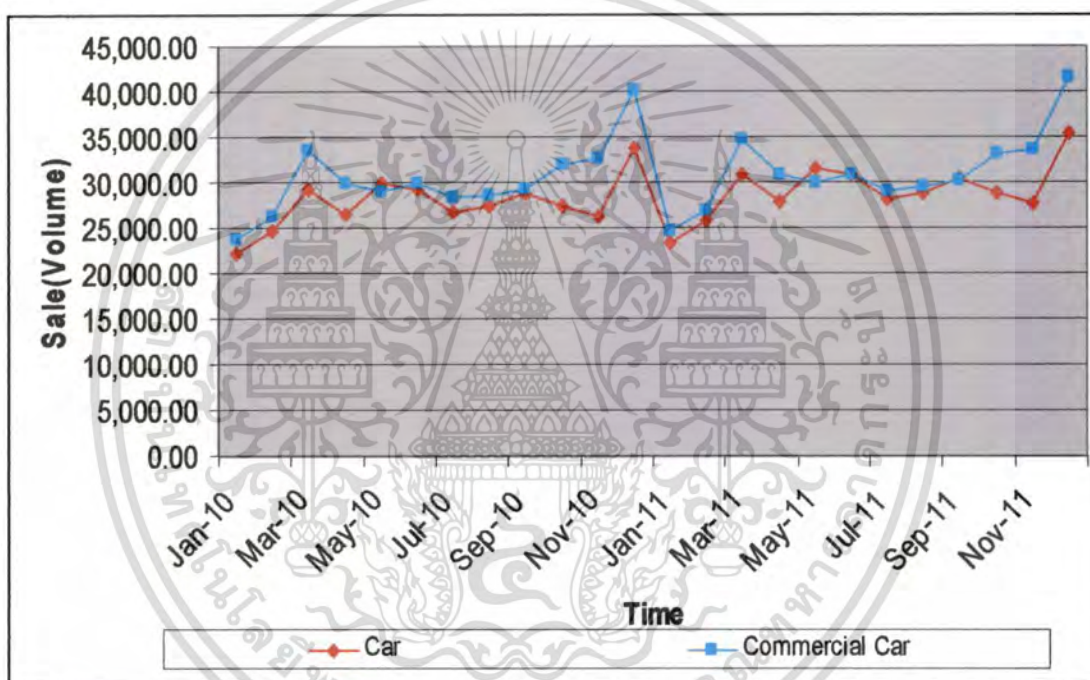
ตารางที่ 4.5 ผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้าของยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภท ด้วยวิธีพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ (คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2553	ม.ค.	22,293.80	23,941.35	139,701.58
2553	ก.พ.	24,726.85	26,295.33	130,320.14
2553	มี.ค.	29,334.14	33,685.70	146,640.68
2553	เม.ย.	26,532.59	29,952.63	124,926.43
2553	พ.ค.	29,971.70	29,061.05	148,512.03
2553	มิ.ย.	29,383.40	29,926.84	142,799.57
2553	ก.ค.	26,870.29	28,317.26	138,125.73
2553	ส.ค.	27,424.19	28,682.19	131,538.69
2553	ก.ย.	28,958.33	29,421.19	133,644.96
2553	ต.ค.	27,441.88	32,089.12	140,329.84
2553	พ.ย.	26,366.25	32,639.29	144,844.65
2553	ธ.ค.	33,767.74	40,317.51	134,484.50
2554	ม.ค.	23,433.14	24,703.28	139,701.58
2554	ก.พ.	25,985.18	27,129.97	130,320.14
2554	มี.ค.	30,820.62	34,752.09	146,640.68
2554	เม.ย.	27,871.45	30,898.35	124,926.43
2554	พ.ค.	31,477.76	29,976.21	148,512.03
2554	มิ.ย.	30,853.74	30,866.79	142,799.57
2554	ก.ค.	28,209.29	29,204.34	138,125.73
2554	ส.ค.	28,785.15	29,578.36	131,538.69
2554	ก.ย.	30,389.50	30,338.07	133,644.96
2554	ต.ค.	28,792.54	33,086.55	140,329.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

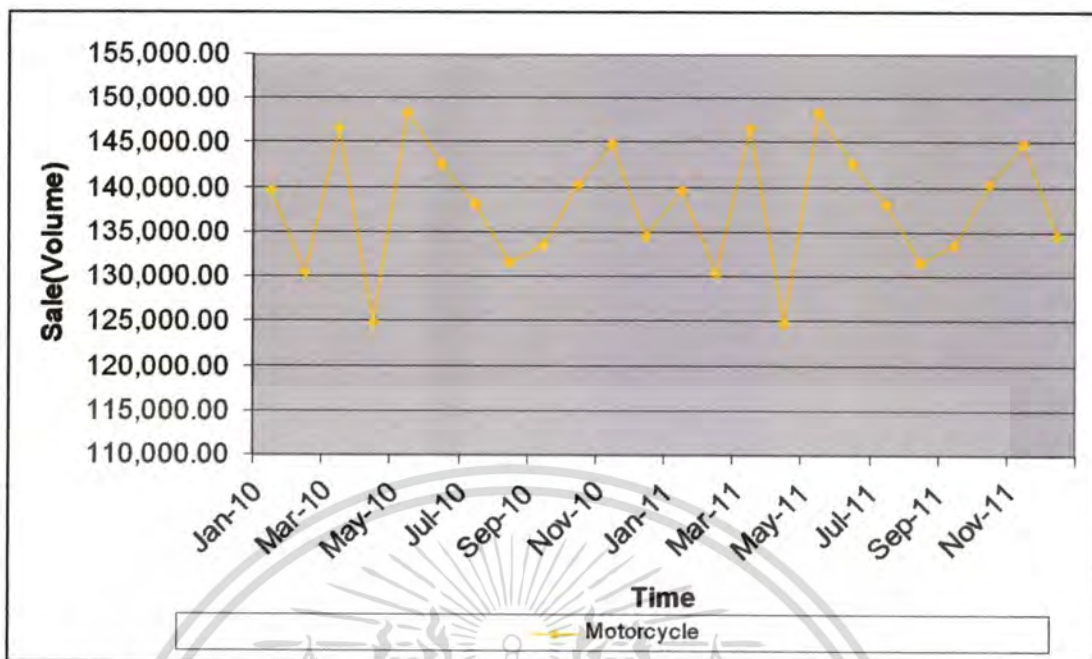
ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ (คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2554	พ.ย.	27,658.68	33,651.19	144,844.65
2554	ธ.ค.	35,416.23	41,564.24	134,484.50

จากตารางที่ 4.5 เมื่อนำผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภท 24 เดือนล่วงหน้า โดยแบบจำลองเชิงปริมาณด้วยวิธีพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ มาวาดกราฟเพื่อสังเกตการณ์เคลื่อนไหวของข้อมูลค่าการพยากรณ์ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และ 4.7



รูปที่ 4.6 ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พาณิชย์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภทจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์

จากรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภท 24 เดือนล่วงหน้า โดยวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ พบว่าค่าการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์มีลักษณะลดลงมากในเดือนเมษายน พ.ศ.2553 และเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2554 ในกรณีรถจักรยานยนต์ ส่วนในกรณีของรถยนต์นั่งและรถยนต์พาณิชย์ยอดขายขึ้นสูงในเดือนมีนาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ.2554

ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภท โดยวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ในตอนนี้ ผู้วิจัยยังไม่สามารถสรุปได้ว่า จะมีความแม่นยำมากที่สุด ดังนั้นจึงต้องนำค่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 24 เดือนที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริงทั้ง 24 เดือน และตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ขั้นตอนนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.3 ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภทด้วยวิธีพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ

ผู้วิจัยนำเสนอผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภท 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบของยอดขายของยานยนต์ในโปรแกรม *ForecastX* สามารถสรุปผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า ในแต่ละประเภท ดังแสดงในตารางที่ 4.6 มีรายละเอียดดังนี้

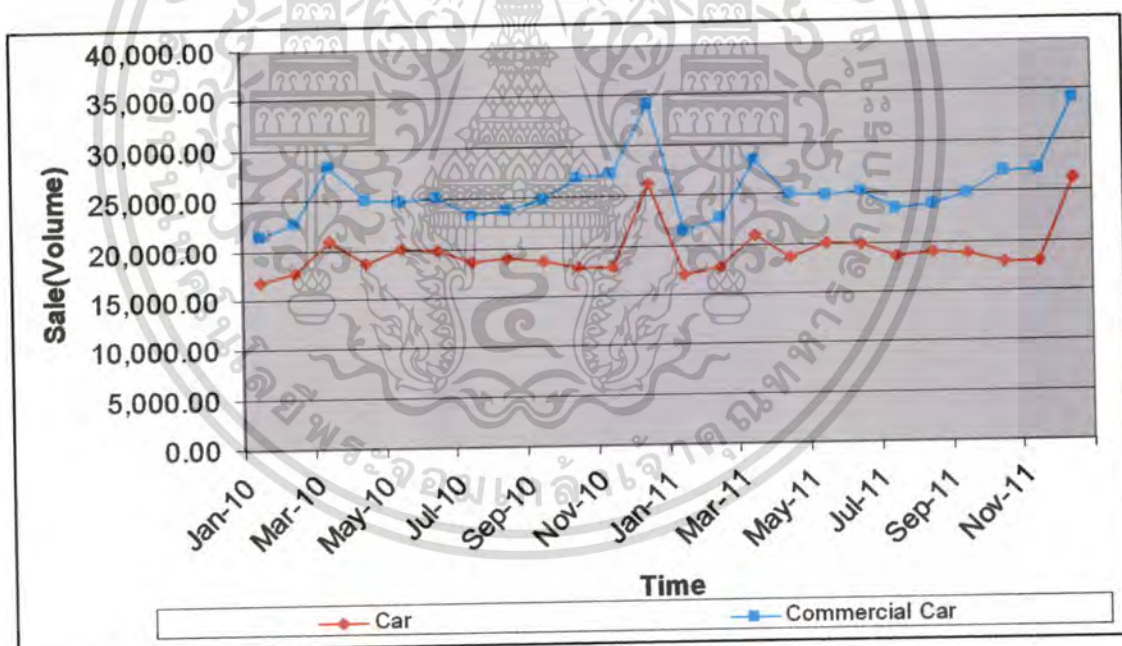
ตารางที่ 4.6 ผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้าของยอดขายของยานยนต์ด้วยวิธีพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบด้วยโปรแกรม *ForecastX* โดยโปรแกรมจะเลือกวิธีที่ทำให้ค่า RMSE น้อยที่สุดในการกำจัดอิทธิพลของฤดูกาล

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์(คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2553	ม.ค.	16,999.40	21,470.81	126,226.04
2553	ก.พ.	17,883.32	22,673.92	118,331.83
2553	มี.ค.	20,940.52	28,451.69	132,341.01
2553	เม.ย.	18,750.01	25,106.50	109,339.03
2553	พ.ค.	20,109.67	24,921.34	136,633.56
2553	มิ.ย.	19,903.74	25,253.05	132,203.76
2553	ก.ค.	18,703.41	23,396.87	124,374.84
2553	ส.ค.	18,984.04	23,812.03	116,460.91
2553	ก.ย.	18,763.32	24,853.39	117,700.41
2553	ต.ค.	17,893.17	26,965.34	125,632.09
2553	พ.ย.	18,001.71	27,224.89	134,124.10
2553	ธ.ค.	26,268.65	34,140.50	123,884.79
2554	ม.ค.	17,008.49	21,443.42	126,242.51
2554	ก.พ.	17,867.76	22,644.88	118,278.56
2554	มี.ค.	20,897.70	28,416.78	132,243.50
2554	เม.ย.	18,706.55	25,066.50	109,223.04
2554	พ.ค.	20,074.32	24,883.40	136,475.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

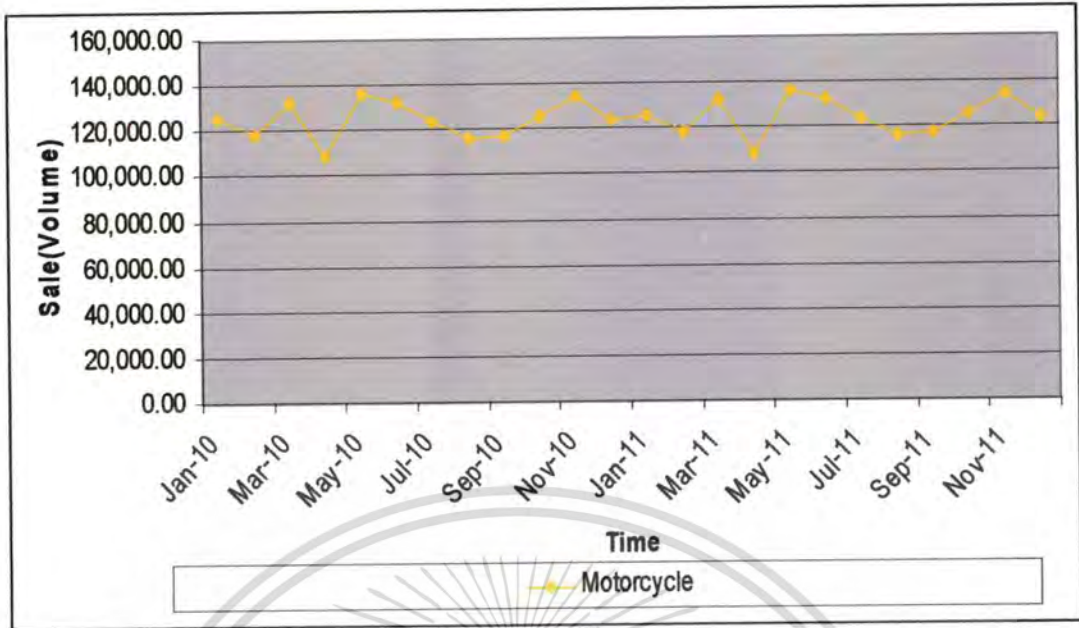
ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์(คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2554	มิ.ย.	19,891.65	25,242.91	132,117.73
2554	ก.ค.	18,727.86	23,435.81	124,455.31
2554	ส.ค.	19,005.33	23,839.74	116,528.96
2554	ก.ย.	18,777.58	24,870.50	117,755.11
2554	ต.ค.	17,900.45	26,971.31	125,668.41
2554	พ.ย.	18,003.99	27,221.03	134,138.97
2554	ธ.ค.	26,265.83	34,129.63	123,878.84

จากตารางที่ 4.6 เมื่อนำผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภท ด้วยวิธีพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบโดยใช้โปรแกรม *ForecastX* โดยโปรแกรมเลือกวิธี *Exponential Smoothing* ในการกำจัดอิทธิพลของฤดูกาลมาวาดกราฟเพื่อสังเกตการเคลื่อนไหวของข้อมูลค่าการพยากรณ์ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.8 และ 4.9



รูปที่ 4.8 ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พาณิชย์ 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบโดยใช้โปรแกรม *ForecastX*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ประเภทรถจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ โดยใช้โปรแกรม *ForecastX*

จากรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9 ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภท 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ โดยใช้โปรแกรม *ForecastX* พบว่าค่าการพยากรณ์ระดับยอดขายของยานยนต์มีลักษณะลดลงมากในเดือนเมษายน ทั้ง พ.ศ.2553 และ 2554 ในกรณีของรถจักรยานยนต์ ส่วนในกรณีของรถชนิดนั่งและรถชนิดพาณิชย์เพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม ทั้ง พ.ศ. 2553 และ 2554

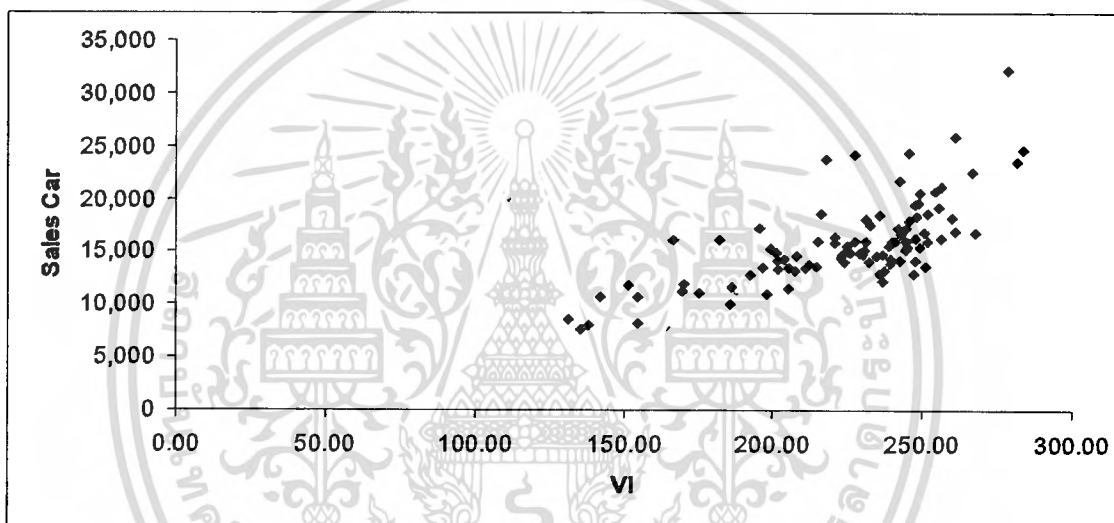
ผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ในแต่ละประเภทโดยแบบจำลองเชิงปริมาณด้วยวิธีพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบในตอนนี้ ผู้วิจัยยังไม่สามารถสรุปได้ว่าจะมีความแม่นยำมากที่สุด ดังนั้นจึงต้องนำค่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 24 เดือนที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริงทั้ง 24 เดือน และตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.4 ผลการวิเคราะห์สำหรับการพยากรณ์ยอดขายยานยนต์โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล

จากตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล เมื่อนำตัวแปรอิสระแต่ละตัวมาพิจารณาการวิเคราะห์การถดถอยแบบอย่างง่าย พบว่าตัวแปรทั้ง 9 ตัว มีส่วนในการอธิบายข้อมูลยอดขายแต่ละประเภท ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกตัวแปรอิสระทั้ง 9 ตัว มาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร  $Y$  และตัวแปรอิสระ  $X$  ที่ใช้ในการศึกษาว่าอยู่ในรูปแบบเส้นตรงหรือไม่ โดยการวาดกราฟดูความสัมพันธ์ตัวแปรตาม  $Y$  และตัวแปรอิสระ  $X$  ทุกตัวทีละคู่ เช่น เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Sale Cars กับตัวแปรอิสระ VI



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Sale Cars กับตัวแปรอิสระ VI

จากรูปที่ 4.7 พบว่ากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Sale Cars กับตัวแปรอิสระ Vehicle Index มีความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้นตรง

สำหรับตัวแปรอิสระอื่น ๆ เมื่อตรวจสอบความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Sale Cars ก็เป็นในทำนองเดียวกันกับตัวแปรอิสระ VI ส่วนตัวแปรตาม Sale Commercial Car และ Motorcycle ก็เป็นทำนองเดียวกับ Sale Cars

เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาพยากรณ์มีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดอิทธิพลของฤดูกาลออก หลังจากนั้นใส่ฤดูกาลกลับเข้าไป

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด วิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression)

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยโดยวิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนของยอดขายรถยนต์นั่ง

Series Description	Included in Model	Coefficient	Standard Error	T-test	P-value	F-test	Overall F-test
SC(Y/S)	Dependent	18,536.36	4,209.04	4.40	0.00	19.39	96.82
VI	Yes	94.26	5.84	16.14	0.00	260.45	
FI	Yes	-103.39	27.43	-3.77	0.00	14.21	
Gasoline95	Yes	153.33	62.85	2.44	0.00	5.95	
CPA	Yes	93.57	32.41	2.89	0.00	8.33	
CI	Yes	-182.37	40.38	-4.52	0.00	20.40	
Va_I	No						
QI	No						
CPA/Car	No						
CPI/V&F	Yes	-69.33	8.47	-8.19	0.00	67.02	

ผลจากตารางที่ 4.7 พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อยอดขายรถยนต์นั่ง มีดังนี้ ดัชนีหมวดยานยนต์ (VI) ดัชนีหมวดเชื้อเพลิง (FI) ราคาน้ำมันเบนซิน 95 (Gasoline 95) ดัชนีราคาผู้ผลิตของประเทศ (CPA) ดัชนีราคาผู้บริโภคด้านยานพาหนะและน้ำมันเชื้อเพลิง (CPI/V&F) ดัชนีราคาผู้ผลิตด้านรถยนต์นั่ง (CPA/Car) ดัชนีมูลค่า (Va\_I) ดัชนีปริมาณ (QI) และดัชนีราคา (CI)

การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ของตัวแปรอิสระทุกตัว มีสมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_{VI} = \beta_{FI} = \beta_{Gasoline95} = \beta_{CPA} = \beta_{CPI/V\&F} = \beta_{CPA/Car} = \beta_{Va\_I} = \beta_{QI} = \beta_{CI}$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ อย่างน้อยหนึ่งค่า ; } j = VI, FI, Gasoline95, CPA, CPI/V \& F, CPA/Car, Va\_I, QI, CI$$

$$\text{ค่าสถิติสำหรับการทดสอบคือ } F_{Cal} = \frac{MSR}{MSE} = 96.82$$

เมื่อเปิดตาราง  $F$  ที่  $k=9$  และ  $n-k-1 = 86$  พบว่า  $F = 2.0363$

ค่า  $F_{Cal} > F$  ที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$  ดังนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ  $\beta_j$  อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับศูนย์หรือมีตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัว ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับตัวแปรตาม

### ตรวจสอบข้อสมมุติของค่าความคลาดเคลื่อนเบื้องต้นของวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

- การแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อน  
สมมติฐานของการทดสอบคือ  
 $H_0$ : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ  
 $H_1$ : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

### ตารางที่ 4.8 แสดงการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงแบบปกติ

#### Kolmogorov-Smirnov test:

D	0.278
p-value	0.102
alpha	0.1

#### สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov

$$D = \max |F(x) - S(x)| = 0.278$$

ค่า  $p$ -value = 0.102 มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

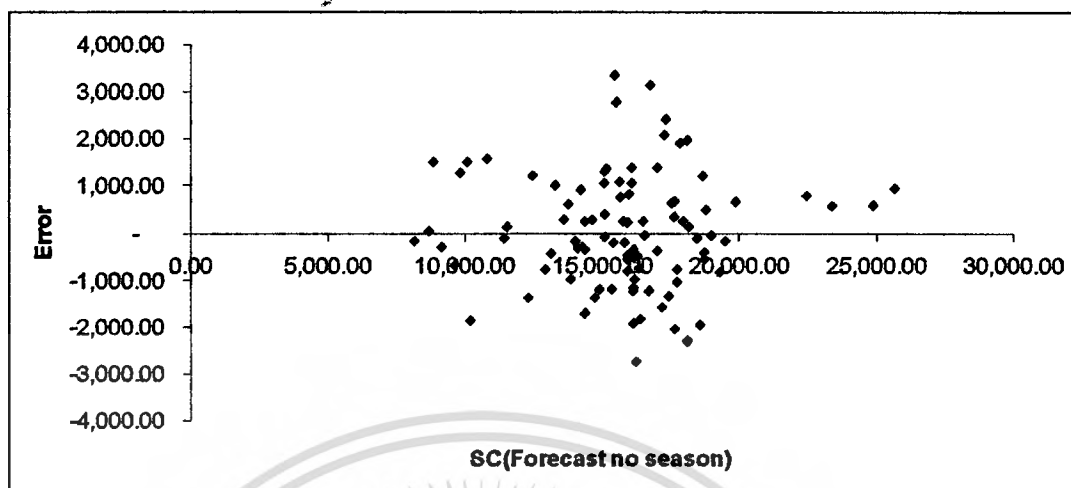
- ความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อน

### ตารางที่ 4.9 แสดงค่า Durbin-Watson ที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระ

Forecast Statistics	Value
Durbin-Watson(4)	1.72

จากตารางที่ 4.9 พบว่า  $d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} = 1.72 \approx 2$  ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

- ตรวจสอบค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวเศษเหลือ ( $e_t$ ) กับค่าประมาณของตัวแปรตาม ( $\hat{Y}$ )

จากรูปที่ 4.11 พบว่ามีการกระจายอยู่รอบค่าศูนย์และขนานไปตามแกน  $X$  สรุปได้ว่าค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

ตรวจสอบความเป็นอิสระกันของตัวแปร

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคู่ตัวแปรอิสระที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระ

Series Description	VI	FI	Gasoline 95	CPA	CI	CPI/V&F
VI	1.00	0.40	0.23	0.26	0.31	0.17
FI	0.40	1.00	0.38	0.39	0.37	0.02
Gasoline 95	0.23	0.38	1.00	0.95	0.73	0.24
CPA	0.26	0.39	0.95	1.00	0.69	0.37
CI	0.31	0.37	0.73	0.69	1.00	0.14
CPI/V&F	0.17	0.02	0.24	0.37	0.14	1.00

จากตารางที่ 4.10 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคู่ตัวแปรอิสระมีค่าน้อย จึงสรุปได้ว่าตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน

เนื่องจากตัวแบบที่ได้ผ่านการทดสอบข้อสมมติเบื้องต้นของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยของตัวแบบทุกข้อ ดังนั้นจะได้สมการถดถอยที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ ดังนี้

สมการถดถอยที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ยอดขายรถยนต์นั่ง ได้แก่

$$SC(Y/S) = 11,080.03 + 95.69VI - 114.19FI - 72.79\text{Gasoline}95 + 194.53CPA - 157.39CI - 80.96CPI/V\&F$$

ซึ่งมีค่า  $R^2 = 0.8748$ , Adjust  $R^2 = 0.8663$

จากการใช้ตัวแปรอิสระทั้ง 9 ตัว พบว่ามีผลต่อยอดขายรถยนต์นั่ง 6 ตัว ได้แก่ ดัชนีหมวดยานยนต์ (VI) ดัชนีหมวดเชื้อเพลิง (FI) ราคาน้ำมันเบนซิน 95 (Gasoline 95) ดัชนีราคาผู้ผลิตของประเทศ (CPA) ดัชนีราคาผู้บริโภคด้านยานพาหนะและน้ำมันเชื้อเพลิง (CPI/V&F) และดัชนีราคา (CI) ซึ่งสามารถอธิบายตัวแปรตามได้ 87.48 %

สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาลของตัวแปรตามอื่นๆ คือ รถยนต์พาณิชย์ และรถจักรยานยนต์ สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกับรถยนต์นั่ง เนื่องจากตัวแบบที่ได้ของตัวแปรตามแต่ละตัวผ่านการทดสอบข้อสมมติเบื้องต้นของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยของตัวแบบทุกข้อ ดังนั้นจะได้สมการถดถอยที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ ดังนี้

สมการถดถอยที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ยอดขายรถยนต์พาณิชย์ ได้แก่

$$SCC(Y/S) = -32,256.41 + 34.40DI + 197.15CPI/V\&F + 45.39VI - 164.34CPA$$

ซึ่งมีค่า  $R^2 = 0.7562$ , Adjust  $R^2 = 0.7454$

จากการใช้ตัวแปรอิสระทั้ง 9 ตัว พบว่ามีผลต่อยอดขายรถยนต์พาณิชย์ 4 ตัว ได้แก่ ดัชนีหมวดยานยนต์ (VI) ดัชนีราคาผู้ผลิตของประเทศ (CPA) ดัชนีราคาผู้บริโภคด้านยานพาหนะและน้ำมันเชื้อเพลิง (CPI/V&F) และดัชนีราคาน้ำมันดีเซล (DI) ซึ่งสามารถอธิบายตัวแปรตามได้ 75.62 %

สมการถดถอยที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ยอดขายรถจักรยานยนต์ ได้แก่

$$SM(Y/S) = 232,233.64 + 306.24CPI/V\&F + 592.63VI + 724.39CI - 849.67QI - 2,536.55CPA/Motorcycle$$

ซึ่งมีค่า  $R^2 = 0.7452$ , Adjust  $R^2 = 0.7311$

จากการใช้ตัวแปรอิสระทั้ง 7 ตัว พบว่ามีผลต่อยอดขายรถยนต์พาณิชย์ 5 ตัว ได้แก่ ดัชนีหมวดยานยนต์ (VI) ดัชนีราคาผู้บริโภคด้านยานพาหนะและน้ำมันเชื้อเพลิง (CPI/V&F) ดัชนีราคาผู้ผลิตด้าน

รถจักรยานยนต์ (CPA/Motorcycle) ดัชนีปริมาณ (QI) และดัชนีราคา (CI) ซึ่งสามารถอธิบายตัวแปรตามได้ 74.52 %

ผู้วิจัยนำเสนอผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ในแต่ละประเภท 24 เดือน ล่วงหน้าด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองเชิงปริมาณคำนวณค่าพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ด้วยโปรแกรม *ForecastX* สามารถสรุปผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ 24 เดือน ล่วงหน้า ในแต่ละประเภทดังแสดงในตารางที่ 4.11

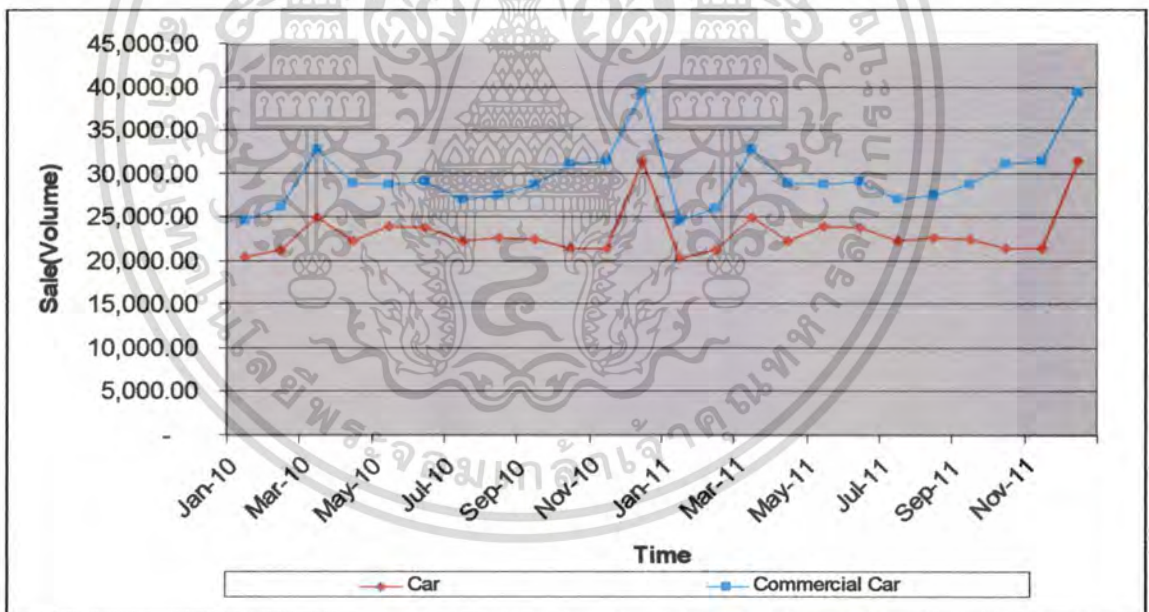
ตารางที่ 4.11 ผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้าของยอดขายของยานยนต์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ล่วงหน้าอุตสาหกรรมยานยนต์(คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2553	ม.ค.	20,488.82	24,660.13	158,857.30
2553	ก.พ.	21,369.52	26,142.19	148,886.71
2553	มี.ค.	24,994.29	32,783.32	166,470.55
2553	เม.ย.	22,367.75	28,926.14	137,517.05
2553	พ.ค.	24,006.28	28,715.18	171,842.76
2553	มิ.ย.	23,790.39	29,136.04	166,376.13
2553	ก.ค.	22,400.32	27,051.14	156,735.69
2553	ส.ค.	22,730.03	27,513.58	146,745.65
2553	ก.ย.	22,455.50	28,700.41	148,282.57
2553	ต.ค.	21,405.12	31,122.94	158,241.25
2553	พ.ย.	21,528.15	31,410.52	168,903.28
2553	ธ.ค.	31,406.87	39,382.87	155,982.63
2554	ม.ค.	20,331.91	24,736.33	158,934.61
2554	ก.พ.	21,358.13	26,125.07	148,906.68
2554	มี.ค.	24,981.76	32,787.52	166,494.08
2554	เม.ย.	22,366.20	28,924.90	137,519.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

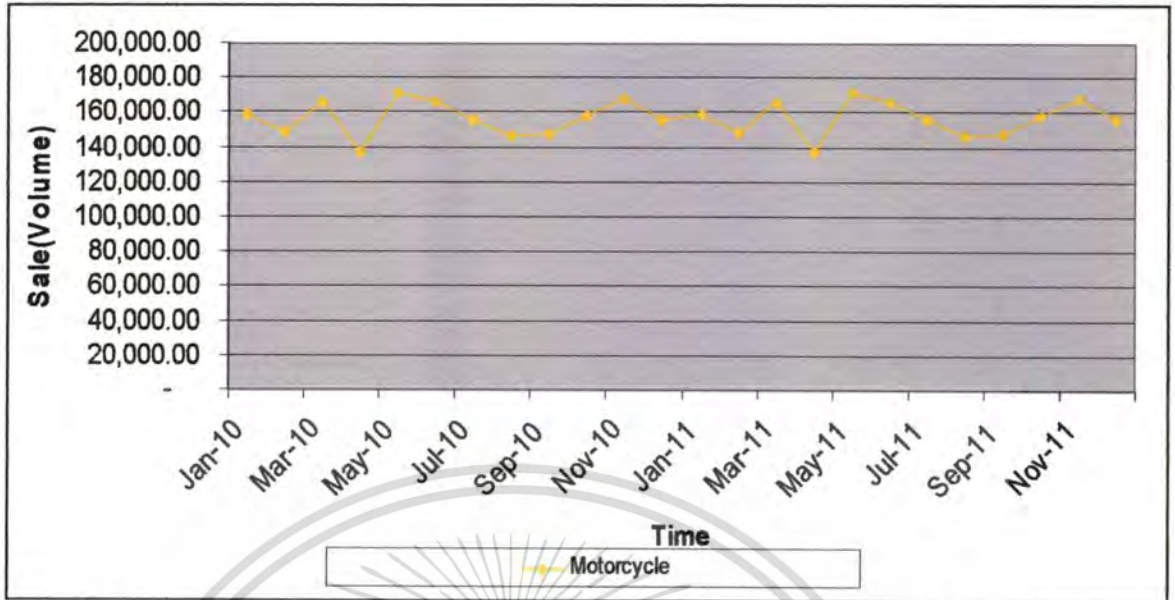
ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ล่วงหน้าอุตสาหกรรมยานยนต์(คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2554	พ.ค.	24,006.21	28,717.43	171,848.52
2554	มิ.ย.	23,791.24	29,136.04	166,376.69
2554	ก.ค.	22,400.45	27,051.14	156,735.86
2554	ส.ค.	22,729.85	27,513.58	146,745.70
2554	ก.ย.	22,455.37	28,700.41	148,282.59
2554	ต.ค.	21,405.09	31,122.94	158,241.25
2554	พ.ย.	21,528.17	31,410.52	168,903.28
2554	ธ.ค.	31,406.90	39,382.87	155,982.63

จากตารางที่ 4.11 เมื่อนำผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภทด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาลมาวาดกราฟเพื่อให้สามารถสังเกตการณ์เคลื่อนไหวของข้อมูลการพยากรณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.12 และ 4.13



รูปที่ 4.12 ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พาณิชย์ 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล

จากรูปที่ 4.12 และ 4.13 ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภทด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบมีฤดูกาล พบว่าค่าการพยากรณ์ระดับยอดขายของยานยนต์มีลักษณะลดลงมากในเดือนเมษายน ทั้ง พ.ศ.2553 และ 2554 ในกรณีของรถจักรยานยนต์ ส่วนในกรณีของรถยนต์นั่งและรถยนต์พาณิชย์เพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม ทั้ง พ.ศ.2553 และ 2554

#### 4.3 ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ด้วยวิธีพยากรณ์รวม

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้การกำหนดน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์แบบรวม 2 วิธี คือ

1. วิธีการรวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น (CF1)
2. วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (CF2)

จากการทดสอบโดยนำแต่ละวิธีมารวมกัน พบว่าเมื่อนำวิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮล์ท-วินเทอร์ (HWS) วิธีแยกส่วนประกอบ (DM) และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (REG) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุด จะได้สมการการพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์รวมโดยให้น้ำหนักแบบต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### วิธีการรวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น

แปลงปัญหาของวิธีการพยากรณ์รวมเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าน้ำหนักของการพยากรณ์แต่ละตัวโดยใช้ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย MSE เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และมีเงื่อนไขของการให้น้ำหนัก

$$\text{ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ} \quad \min \sum_{i=1}^n (D_i - w_1 F_i^1 - w_2 F_i^2 - w_3 F_i^3)^2$$

$$\begin{aligned} \text{ข้อจำกัด คือ} \quad & 0 \leq w_i \leq 1 \\ & w_1 + w_2 + w_3 = 1 \end{aligned}$$

ตัวแบบที่ได้จากการคำนวณโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น คือ

$$SC = 0.038956286DM + 0HWS + 0.961043714REG$$

$$MAE = 962.31$$

$$MSE = 1,472,875.81$$

$$RMSE = 1,213.63$$

$$MAPE = 6.184696605$$

$$SCC = 0.828306374DM + 0.097791478HWS + 0.171693626REG$$

$$MAE = 1,967.27$$

$$MSE = 7,734,359.79$$

$$RMSE = 2,781.07$$

$$MAPE = 5.79026165$$

$$SM = 0.394961691DM + 0.193243078HWS + 0.411795231REG$$

$$MAE = 7,566.68$$

$$MSE = 87,906,373.38$$

$$RMSE = 9,375.84$$

$$MAPE = 5.420347367$$

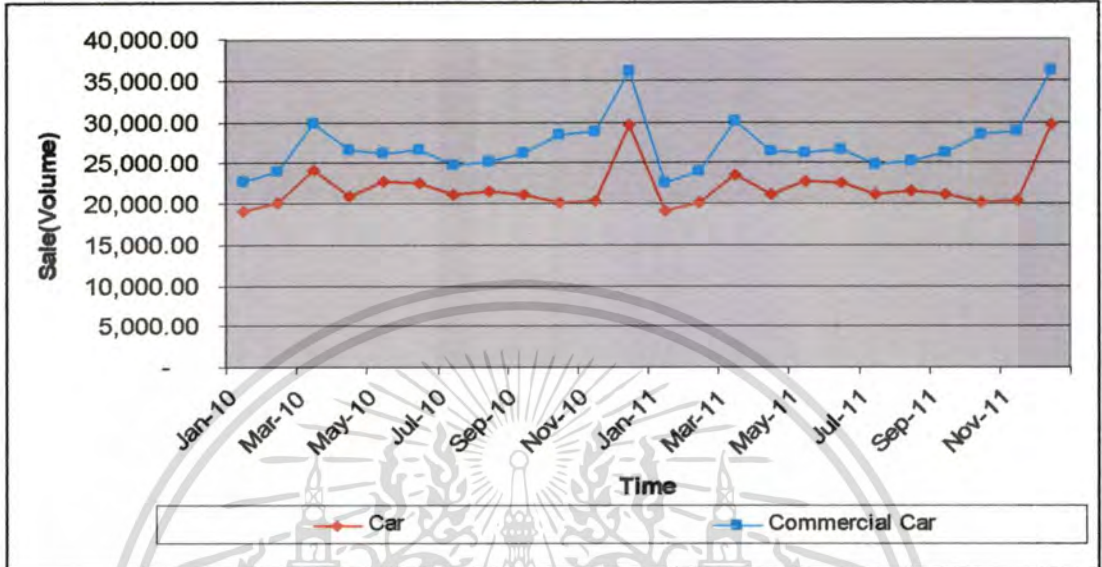
ผู้วิจัยนำเสนอผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภท 24 เดือนล่วงหน้า โดยวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้นที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Excel สามารถสรุปผลการพยากรณ์ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้าของยอดขายยานยนต์ในแต่ละประเภทด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้นำน้ำหนักแบบกำหนดการเชิงเส้นด้วยโปรแกรม Excel

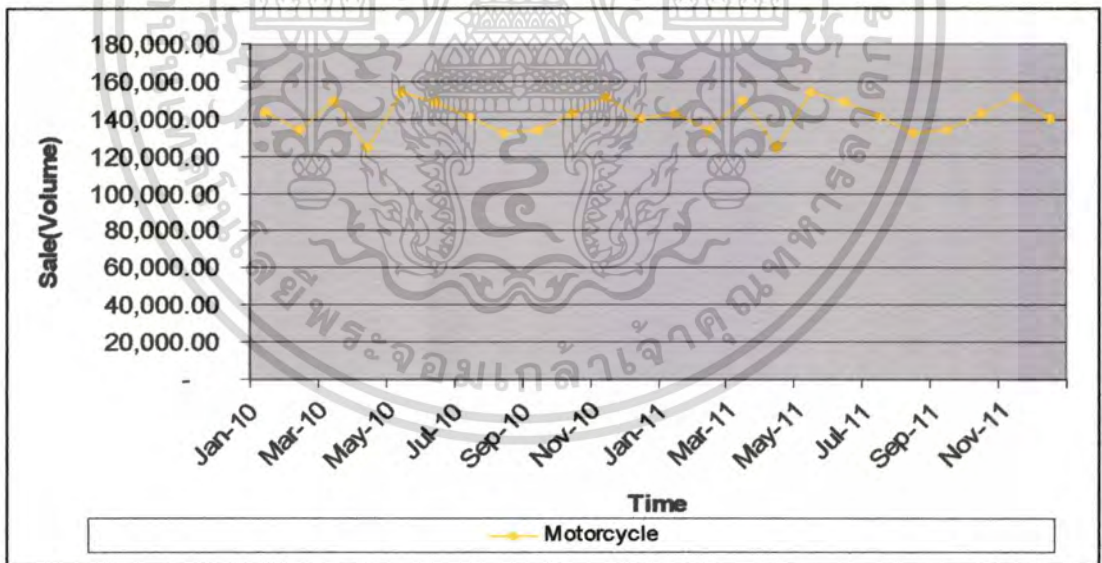
ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์(คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2553	ม.ค.	19,226.59	22,806.01	143,800.50
2553	ก.พ.	20,117.29	24,065.18	134,636.01
2553	มี.ค.	24,219.12	29,807.25	150,154.26
2553	เม.ย.	21,053.43	26,625.40	125,256.05
2553	พ.ค.	22,740.62	26,361.11	154,922.41
2553	มิ.ย.	22,534.59	26,720.20	149,770.53
2553	ก.ค.	21,216.60	24,767.85	141,721.67
2553	ส.ค.	21,529.19	25,204.02	133,122.36
2553	ก.ย.	21,269.46	26,303.09	134,665.23
2553	ต.ค.	20,274.80	28,535.02	143,277.32
2553	พ.ย.	20,391.53	28,807.32	151,987.14
2553	ธ.ค.	29,748.93	36,123.62	140,507.90
2554	ม.ค.	19,258.72	22,689.05	143,688.57
2554	ก.พ.	20,230.81	23,960.86	134,513.52
2554	มี.ค.	23,663.12	30,068.89	150,578.38
2554	เม.ย.	21,185.50	26,524.42	125,106.53
2554	พ.ค.	22,738.78	26,331.43	154,863.20
2554	มิ.ย.	22,535.05	26,712.60	149,737.08
2554	ก.ค.	21,217.65	24,800.46	141,753.61
2554	ส.ค.	21,529.74	25,227.16	133,149.29
2554	ก.ย.	21,269.82	26,317.36	134,686.85
2554	ต.ค.	20,275.04	28,540.02	143,291.67
2554	พ.ย.	20,391.65	28,804.15	151,993.01
2554	ธ.ค.	29,748.86	36,114.64	140,505.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.12 เมื่อนำผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภท ด้วยวิธีพยากรณ์รวมโดยใช้โปรแกรม Excel มาเขียนกราฟเพื่อให้สามารถสังเกตการณ์เคลื่อนไหวของข้อมูลค่าพยากรณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.14 และ 4.15



รูปที่ 4.14 ผลการพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ในประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พาณิชย์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้นำหนักแบบกำหนดการเชิงเส้น



รูปที่ 4.15 ผลการพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ในประเภทรถจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้นำหนักแบบกำหนดการเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.9 ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภท ด้วยวิธีการพยากรณ์รวมโดยให้น้ำหนักแบบกำหนดการเชิงเส้น พบว่ามีแนวโน้มลดลงในเดือนเมษายน ทั้ง พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2554 ในกรณีของรถจักรยานยนต์ ส่วนในกรณีของรถยนต์นั่งและรถยนต์พาณิชย์ค่อนข้างคงที่เป็นเส้นตรง แต่มีแนวโน้มขึ้นในเดือนธันวาคมทั้ง พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2554

#### วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล

- กำหนดค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาลของสมการพยากรณ์  $SC = w_0 + w_1DM + w_2HWS + w_3REG$  จะได้น้ำหนักดังตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.13 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบมีฤดูกาล

Series Description	Included in Model	Coefficient	Standard Error	T-test	P-value	F-test	Overall F-test
SC	Dependent	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	311.01
DM	Yes	0.04	0.08	0.48	0.64	0.23	
HWS	Yes	0.02	0.08	0.20	0.84	0.04	
REG	Yes	0.95	0.08	12.10	0.00	146.36	

- สร้างสมการพยากรณ์ใหม่ โดยกำหนดให้  $w_0 = 0$  จะได้สมการใหม่คือ  $SC = w_1DM + w_2HWS + w_3REG$  จากสมการนี้เรานำไปวิเคราะห์เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ หรือน้ำหนักของแต่ละวิธีพยากรณ์เดี่ยวจะได้ค่าน้ำหนักดังนี้  $SC = 0.038678DM + 0.015487HWS + 0.950249REG$  เมื่อนำค่าน้ำหนักมารวมกัน จะได้  $w_1 + w_2 + w_3 = 0.038678 + 0.015487 + 0.950249 = 1$  ได้  $MAE = 964.02$ ,  $MSE = 1,467,295.85$ ,  $RMSE = 1,211.32$ ,  $MAPE = 6.24$
- ในทำนองเดียวกันเราสามารถสร้างสมการพยากรณ์ของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ ด้วยวิธีการพยากรณ์รวม และมีผลน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาลในการหาค่าน้ำหนักซึ่งได้สมการพยากรณ์ ดังต่อไปนี้  $SCC = 0.877416DM - 0.042839HWS + 0.172261REG$  ได้  $MAE = 1,981.87$ ,  $MSE = 7,672,621.43$ ,  $RMSE = 2,769.95$ ,  $MAPE = 5.87$   $SM = 0.403487DM + 0.192056HWS + 0.410517REG$  ได้  $MAE = 7,518.84$ ,  $MSE = 87,148,506.22$ ,  $RMSE = 9,334.80$ ,  $MAPE = 5.43$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยนำเสนอผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภท 24 เดือนล่วงหน้า โดยวิธีการพยากรณ์รวมด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม *Forecast X* ดังแสดงรายละเอียดการคำนวณไว้ในภาคผนวก ข.สามารถสรุปผลการพยากรณ์ดังแสดงในตารางที่ 4.14

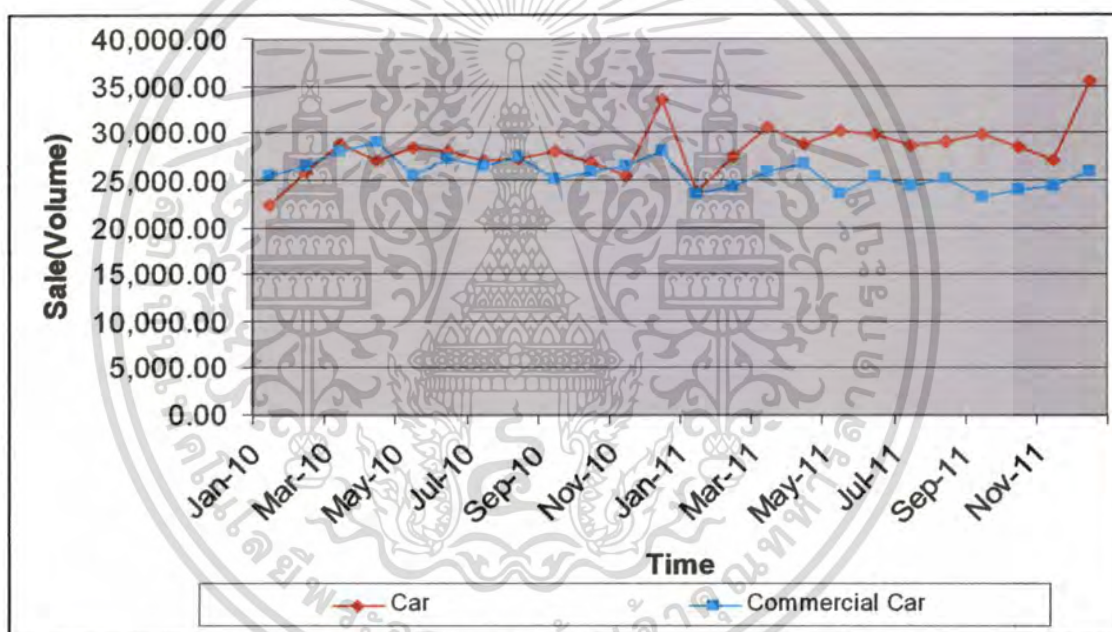
ตารางที่ 4.14 ผลการพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้าของยอดขายยานยนต์ในแต่ละประเภทด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้นำหน้าแบบวิธีการวิเคราะห์การถดถอยด้วยโปรแกรม *Forecast X*

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์(คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2553	ม.ค.	22,383.68	25,528.16	143,710.20
2553	ก.พ.	25,866.97	26,484.82	142,436.11
2553	มี.ค.	28,848.74	28,089.96	146,406.79
2553	เม.ย.	27,108.30	29,009.36	130,165.31
2553	พ.ค.	28,544.22	25,577.87	143,144.01
2553	มิ.ย.	28,133.09	27,260.27	141,181.39
2553	ก.ค.	27,073.20	26,522.07	144,927.76
2553	ส.ค.	27,334.13	27,427.18	132,930.76
2553	ก.ย.	28,086.23	25,129.13	142,111.53
2553	ต.ค.	26,855.87	26,001.84	143,507.38
2553	พ.ย.	25,517.29	26,514.93	148,579.15
2553	ธ.ค.	33,566.86	28,155.54	134,144.54
2554	ม.ค.	23,810.98	23,615.65	141,816.31
2554	ก.พ.	27,506.26	24,474.79	140,800.90
2554	มี.ค.	30,668.34	26,002.52	144,879.42
2554	เม.ย.	28,808.51	26,822.50	129,507.01
2554	พ.ค.	30,325.87	23,683.91	141,162.70
2554	มิ.ย.	29,880.30	25,289.19	139,820.85
2554	ก.ค.	28,745.53	24,411.18	143,802.79
2554	ส.ค.	29,013.93	25,217.43	130,962.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

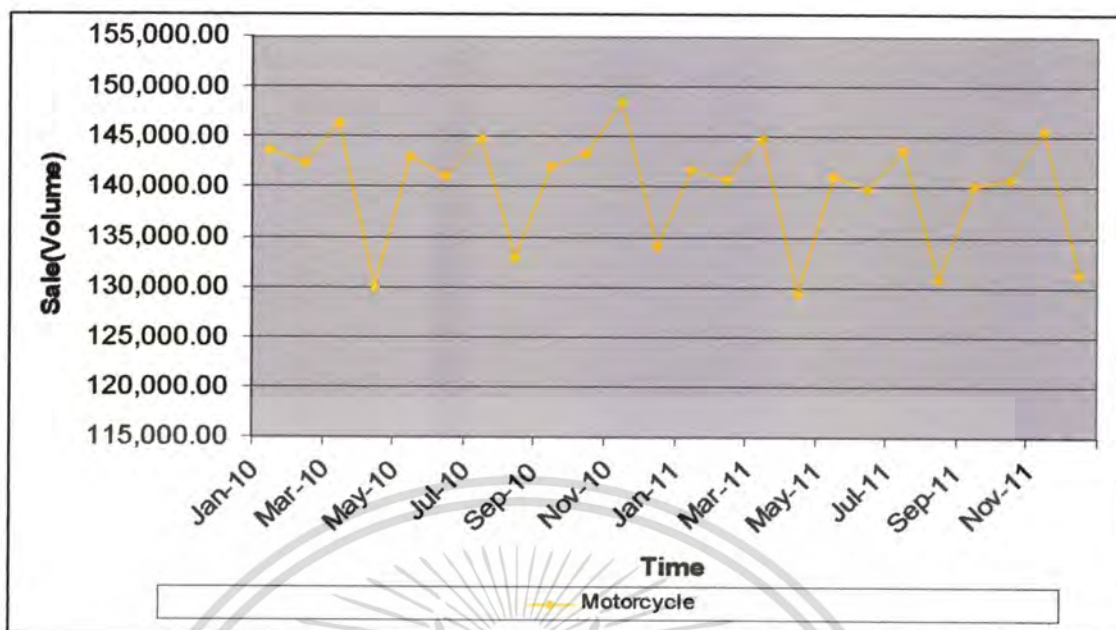
ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์(คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2554	ก.ย.	29,802.84	23,240.07	140,267.42
2554	ค.ค.	28,488.82	24,014.70	140,915.81
2554	พ.ย.	27,061.97	24,422.60	145,683.59
2554	ธ.ค.	35,590.64	25,984.74	131,334.71

จากตารางที่ 4.14 เมื่อนำผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภท ด้วยวิธีพยากรณ์รวมโดยใช้โปรแกรม *Forecast X* มาเขียนกราฟเพื่อให้สามารถสังเกตการณ์เคลื่อนไหวของข้อมูลค่าพยากรณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.16 และ 4.17



รูปที่ 4.16 ผลการพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง และรถยนต์พาณิชย์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้น้ำหนักแบบวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ผลการพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ประเภทรถจักรยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้าด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้น้ำหนักแบบวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

จากรูปที่ 4.16 และ 4.17 ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภท ด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยให้น้ำหนักแบบวิธีการวิเคราะห์การถดถอย พบว่ามีแนวโน้มขึ้นลงไม่คงที่ แต่จะลดลงมากในเดือนเมษายน ทั้ง พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2554 ในกรณีของรถจักรยานยนต์ ส่วน ในกรณีของรถยนต์พาณิชย์ค่อนข้างคงที่เป็นเส้นตรง เช่นเดียวกับรถยนต์นั่ง แต่รถยนต์นั่งมีแนวโน้มขึ้นในเดือนธันวาคมทั้ง พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2554

#### 4.4 ผลการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์โดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นการวาดกราฟเพื่อเปรียบเทียบค่าของยอดขายของยานยนต์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีต่างๆ ตอนที่ 2 เป็นผลการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ด้วยค่าวัดความแม่นยำของการพยากรณ์จากการคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย MAPE ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง RMSE ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย MAE ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย MSE และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.1 การเปรียบเทียบยอดขายของยานยนต์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ต่าง ๆ

ในที่นี้จะทำการวาดกราฟระหว่างยอดขายของยานยนต์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ต่างๆ เพื่อให้มองเห็นภาพความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ชัดเจนยิ่งขึ้น

เมื่อเรานำผลการพยากรณ์ยอดขายของยานยนต์ที่ได้จากตารางที่ 4.4 ตารางที่ 4.5 ตารางที่ 4.6 ตารางที่ 4.11 ตารางที่ 4.12 และตารางที่ 4.14 ของการพยากรณ์ด้วยวิธีนาอิวฟ์ (Naïve) วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ (HWS) วิธีแยกส่วนประกอบ (DM) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (REG) วิธีการพยากรณ์โดยให้น้ำหนักแบบกำหนดการเชิงเส้น (CF1) และวิธีการพยากรณ์โดยให้น้ำหนักแบบวิธีการวิเคราะห์การถดถอย (CF2) มาเปรียบเทียบกับค่าจริงในแต่ละประเภทของยอดขายของยานยนต์ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.15 – 4.17

ตารางที่ 4.15 การเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง กับค่าพยากรณ์ที่ได้จากการพยากรณ์แต่ละวิธี

M/Y	SC	Naïve	HWS	DM	REG	CF1	CF2
Jan04	16,005	7,671	17,042.40	14,258.31	15,357.73	15,314.90	15,408.96
Feb04	16,902	8,131	16,111.76	15,192.65	17,745.36	17,645.92	17,699.53
Mar04	19,605	8,644	17,917.17	18,148.25	19,345.04	19,298.42	19,361.89
Apr04	17,325	10,767	19,809.14	16,416.57	16,990.41	16,968.06	17,086.72
May04	16,718	10,669	17,733.76	17,847.54	18,050.01	18,042.12	18,116.82
Jun04	16,082	11,860	18,043.61	17,842.71	16,607.78	16,655.89	16,750.96
Jul04	14,583	11,268	15,912.23	16,707.24	15,372.66	15,424.65	15,500.37
Aug04	19,569	11,097	14,625.43	16,732.69	16,400.91	16,413.83	16,458.53
Sep04	16,041	11,727	18,396.15	16,214.50	14,659.60	14,720.17	14,842.18
Oct04	15,521	9,995	15,695.58	15,203.07	14,408.94	14,439.87	14,523.06
Nov04	16,330	8,256	13,739.15	15,175.61	14,916.15	14,926.26	14,973.70
Dec04	24,433	16,245	26,072.54	22,079.09	23,016.68	22,980.15	23,129.14
Jan05	13,602	14,556	17,526.87	14,249.01	15,877.57	15,814.12	15,910.07
Feb05	13,903	14,112	14,969.54	14,706.63	14,892.90	14,885.64	14,952.50
Mar05	14,755	15,342	15,444.56	16,818.16	17,482.31	17,456.43	17,502.11
Apr05	15,584	14,656	14,842.09	14,830.50	15,356.88	15,336.38	15,396.22
May05	15,484	13,371	15,282.32	15,838.68	16,695.33	16,661.96	16,713.90
Jun05	16,247	14,338	16,133.68	15,790.35	16,734.26	16,697.48	16,762.19
Jul05	13,202	14,965	15,538.56	14,874.38	14,391.73	14,410.53	14,491.56
Aug05	14,122	13,583	14,613.85	15,050.14	13,488.96	13,549.77	13,626.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M/Y	SC	Naïve	HWS	DM	REG	CF1	CF2
Sep05	12,927	13,591	13,404.08	15,022.98	14,293.94	14,322.34	14,371.35
Oct05	12,981	13,773	12,566.02	14,476.28	14,900.51	14,883.98	14,913.62
Nov05	17,029	12,801	11,750.78	14,645.36	16,363.70	16,296.76	16,297.94
Dec05	25,925	24,330	24,634.68	21,452.72	23,488.21	23,408.91	23,530.73
Jan06	12,287	16,005	17,183.58	13,924.33	13,469.42	13,487.14	13,603.86
Feb06	14,164	16,902	14,520.19	14,678.62	15,375.38	15,348.24	15,402.95
Mar06	18,332	19,605	15,574.31	17,313.78	19,089.31	19,020.14	19,050.34
Apr06	16,069	17,325	17,646.03	15,697.47	17,112.51	17,057.38	17,141.44
May06	17,222	16,718	16,365.35	16,881.65	17,590.25	17,562.65	17,621.39
Jun06	16,053	16,082	17,708.26	16,510.80	16,784.14	16,773.49	16,861.83
Jul06	14,396	14,583	15,311.66	15,331.41	15,567.54	15,558.35	15,623.05
Aug06	14,272	19,569	15,827.86	15,399.57	16,093.63	16,066.59	16,133.58
Sep06	16,008	16,041	13,847.52	14,970.62	16,041.59	15,999.87	16,036.89
Oct06	14,796	15,521	14,933.45	14,033.49	14,541.75	14,521.95	14,592.24
Nov06	15,984	16,330	14,421.99	13,974.98	14,919.71	14,882.91	14,941.21
Dec06	21,822	24,433	23,431.30	20,330.90	23,873.16	23,735.17	23,834.51
Jan07	11,059	13,602	13,796.97	13,180.49	11,499.01	11,564.52	11,650.29
Feb07	11,534	13,903	13,428.05	13,896.24	13,228.26	13,254.28	13,315.48
Mar07	14,929	14,755	13,728.68	16,265.89	14,654.32	14,717.11	14,766.90
Apr07	13,301	15,584	13,962.27	14,567.21	13,614.63	13,651.74	13,716.85
May07	16,385	15,484	13,752.75	15,553.42	16,723.45	16,677.87	16,705.90
Jun07	15,881	16,247	15,753.84	14,892.08	15,487.56	15,464.36	15,536.89
Jul07	15,085	13,202	14,747.90	13,776.42	15,294.18	15,235.06	15,294.42
Aug07	14,901	14,122	15,998.09	14,347.28	15,097.88	15,068.64	15,149.32
Sep07	15,647	12,927	15,036.31	14,624.60	14,580.51	14,582.23	14,653.52
Oct07	15,265	12,981	14,601.39	14,238.71	14,480.77	14,471.34	14,537.08
Nov07	13,612	17,029	14,960.77	14,579.76	13,357.02	13,404.65	13,487.99
Dec07	11,960	25,925	20,485.03	21,808.07	13,820.00	14,131.19	14,293.03
Jan08	14,821	12,287	8,747.78	14,441.60	14,002.82	14,019.91	14,000.14
Feb08	16,805	14,164	14,777.91	15,448.75	17,227.20	17,157.91	17,196.41
Mar08	20,845	18,332	19,218.14	18,343.21	21,006.07	20,902.33	20,967.96
Apr08	15,150	16,069	18,983.33	16,670.55	17,464.76	17,433.82	17,534.51
May08	21,248	17,222	17,392.78	18,224.74	20,572.47	20,481.02	20,523.10
Jun08	20,569	16,053	19,633.51	18,761.46	18,580.21	18,587.28	18,685.40
Jul08	19,273	14,396	18,924.67	18,088.50	18,035.41	18,037.48	18,130.70
Aug08	17,976	14,272	20,064.67	18,197.25	18,074.65	18,079.42	18,189.84
Sep08	18,674	16,008	18,794.95	17,686.70	18,165.51	18,146.86	18,236.78
Oct08	18,416	14,796	17,687.93	16,712.00	16,494.01	16,502.50	16,593.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M/Y	SC	Naïve	HWS	DM	REG	CF1	CF2
Nov08	18,167	15,984	17,550.68	16,689.51	16,058.26	16,082.85	16,176.54
Dec08	23,807	21,822	23,554.56	24,025.90	21,017.50	21,134.70	21,265.75
Jan09	13,522	11,059	17,648.40	15,423.47	13,989.70	14,045.55	14,163.44
Feb09	14,247	11,534	15,854.14	16,157.73	15,828.43	15,841.26	15,911.31
Mar09	16,183	14,929	17,370.39	19,098.10	16,251.97	16,362.85	16,450.98
Apr09	15,971	13,301	14,472.94	17,458.49	17,907.59	17,890.09	17,915.96
May09	17,356	16,385	17,998.76	19,242.00	17,099.79	17,183.24	17,271.91
Jun09	18,745	15,881	16,703.66	19,710.39	18,604.43	18,647.51	18,699.76
Jul09	17,527	15,085	16,799.71	18,637.28	18,075.85	18,097.72	18,157.46
Aug09	18,568	14,901	17,627.10	18,880.38	18,624.49	18,634.46	18,701.02
Sep09	22,524	15,647	18,838.25	18,669.73	21,734.06	21,614.68	21,666.48
Oct09	23,538	15,265	20,386.32	17,825.67	22,964.29	22,764.11	22,826.83
Nov09	24,735	13,612	21,728.74	17,948.89	23,794.66	23,566.93	23,641.43
Dec09	32,253	11,960	31,021.26	26,214.26	31,653.40	31,441.52	31,572.72

ตารางที่ 4.16 การเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถยนต์พามิชซ์ กับค่าพยากรณ์ที่ได้จากการพยากรณ์แต่ละวิธี

M/Y	SCC	Naïve	HWS	DM	REG	CF1	CF2
Jan04	28,118	17,056	27,981.64	27,124.18	28,682.94	27,391.81	27,541.42
Feb04	32,142	18,672	29,758.82	28,472.13	34,600.17	29,524.28	29,667.30
Mar04	34,813	23,484	35,681.85	35,687.69	38,087.48	36,099.72	36,345.33
Apr04	33,990	22,210	33,314.10	31,939.71	33,996.27	32,292.81	32,453.48
May04	32,554	19,423	32,669.07	32,498.48	33,443.57	32,660.74	32,876.17
Jun04	34,397	23,070	33,858.42	33,807.34	33,492.71	33,753.32	33,982.11
Jul-04	30,714	23,101	32,885.29	32,090.18	33,884.78	32,398.31	32,584.67
Aug04	24,099	24,674	30,863.99	33,071.50	35,677.96	33,519.01	33,841.18
Sep04	35,077	24,862	28,944.42	35,264.72	41,349.75	36,309.48	36,824.81
Oct04	39,820	27,505	33,727.22	39,306.10	48,341.00	40,857.33	41,370.20
Nov04	42,248	26,432	35,862.09	40,480.95	45,939.35	41,418.12	41,895.87
Dec04	48,792	32,584	48,922.90	52,129.25	54,632.95	52,559.12	53,054.32
Jan05	38,292	23,241	34,241.79	33,428.28	32,737.96	33,309.75	33,503.07
Feb05	33,154	25,582	38,683.57	36,096.70	36,565.18	36,177.14	36,313.39
Mar05	52,799	26,358	41,318.44	46,304.37	44,122.62	45,929.78	46,458.73
Apr05	40,336	26,543	43,999.90	41,326.45	39,676.68	41,043.19	41,210.29
May05	44,586	29,406	41,066.59	41,382.98	41,012.14	41,319.31	41,615.60
Jun05	47,174	29,003	44,352.28	42,285.35	42,635.22	42,345.42	42,546.19
Jul05	37,660	30,677	43,305.18	39,375.02	33,757.35	38,410.51	38,508.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M/Y	SCC	Naïve	HWS	DM	REG	CF1	CF2
Aug05	38,706	28,896	38,246.93	40,275.26	37,622.25	39,819.75	40,180.52
Sep05	42,210	31,266	43,046.45	42,050.72	37,381.26	41,249.00	41,491.21
Oct05	44,418	32,411	45,373.87	45,253.66	40,472.62	44,432.79	44,734.34
Nov05	46,391	30,145	44,336.60	45,275.35	40,267.90	44,415.60	44,762.54
Dec05	51,951	40,509	55,623.96	56,002.43	51,973.74	55,310.73	55,707.56
Jan06	38,170	28,118	38,637.88	34,858.09	31,910.27	34,351.97	34,426.71
Feb06	39,147	32,142	39,398.53	36,787.87	33,982.35	36,306.18	36,444.28
Mar06	47,751	34,813	47,985.59	45,793.48	44,155.46	45,512.24	45,730.51
Apr06	37,467	33,990	42,932.94	39,721.22	37,695.22	39,373.37	39,506.22
May06	38,478	32,554	40,467.68	38,935.76	36,485.45	38,515.05	38,714.25
Jun06	39,479	34,397	41,089.63	39,756.20	36,594.35	39,213.33	39,426.24
Jul06	36,242	30,714	37,020.73	36,917.51	34,354.24	36,477.41	36,723.95
Aug06	39,383	24,099	35,251.48	36,865.39	35,038.13	36,551.66	36,871.83
Sep06	33,375	35,077	41,216.24	37,901.41	35,784.88	37,538.01	37,653.95
Oct06	36,596	39,820	40,190.60	40,760.60	36,790.25	40,078.92	40,379.77
Nov06	41,816	42,248	38,537.84	40,933.68	38,970.52	40,596.62	40,978.02
Dec06	62,699	48,792	48,131.71	51,010.97	47,896.29	50,476.20	50,946.56
Jan07	27,584	38,292	39,278.03	31,959.64	29,838.52	31,595.46	31,499.26
Feb07	32,072	33,154	35,119.06	33,743.23	30,088.06	33,115.66	33,285.36
Mar07	41,092	52,799	41,277.42	42,548.92	39,488.58	42,023.48	42,367.14
Apr07	36,357	40,336	36,064.04	37,962.14	35,455.88	37,531.83	37,871.28
May07	34,979	44,586	36,630.15	38,024.67	33,149.97	37,187.72	37,504.68
Jun07	37,341	47,174	37,312.74	38,250.27	38,566.85	38,304.63	38,606.50
Jul07	36,072	37,660	34,306.27	35,235.98	35,114.06	35,215.05	35,495.73
Aug07	39,262	38,706	34,483.17	35,969.75	37,436.21	36,221.53	36,531.99
Sep07	37,844	42,210	38,397.16	37,704.60	38,235.50	37,795.75	38,024.18
Oct07	42,597	44,418	41,377.54	41,199.69	41,485.23	41,248.71	41,522.95
Nov07	44,107	46,391	43,109.45	41,653.47	40,888.87	41,522.19	41,744.19
Dec07	52,385	51,951	54,158.34	51,720.70	47,221.14	50,948.15	51,194.80
Jan08	30,610	38,170	34,547.45	31,846.64	32,492.55	31,957.54	32,059.95
Feb08	32,443	39,147	35,289.64	32,874.90	34,290.85	33,118.01	33,240.14
Mar08	45,262	47,751	42,225.77	40,394.55	43,277.64	40,889.56	41,088.94
Apr08	39,329	37,467	38,188.41	34,793.62	40,028.31	35,692.38	35,787.81
May08	33,662	38,478	38,768.79	33,402.33	36,543.76	33,941.70	33,941.97
Jun08	29,540	39,479	38,298.82	32,521.28	36,699.51	33,238.66	33,215.88
Jul08	25,499	36,242	31,999.97	29,082.26	31,930.19	29,571.23	29,646.70
Aug08	29,154	39,383	29,100.09	28,636.43	30,984.94	29,039.66	29,216.92
Sep08	29,207	33,375	29,803.80	28,562.42	32,992.28	29,323.00	29,467.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M/Y	SCC	Naïve	HWS	DM	REG	CF1	CF2
Oct08	30,527	36,596	32,260.01	29,410.94	36,506.50	30,629.20	30,712.26
Nov08	27,901	41,816	32,354.78	28,531.51	32,008.54	29,128.49	29,161.76
Dec08	35,199	62,699	37,440.72	34,922.48	42,471.48	36,218.59	36,353.77
Jan09	18,563	27,584	23,206.31	21,769.45	21,790.73	21,773.10	21,860.40
Feb09	20,114	32,072	22,898.72	22,832.16	18,365.27	22,065.23	22,215.95
Mar09	25,146	41,092	27,602.18	28,306.66	22,417.02	27,295.45	27,515.83
Apr09	23,742	36,357	23,081.15	24,814.28	24,137.01	24,698.00	24,941.53
May09	23,183	34,979	22,680.18	24,781.70	23,117.31	24,495.94	24,754.46
Jun09	24,657	37,341	23,444.82	25,512.79	23,153.79	25,107.76	25,369.45
Jul09	25,629	36,072	22,314.92	23,217.63	24,441.14	23,427.70	23,625.81
Aug09	24,683	39,262	24,627.26	23,648.67	24,056.23	23,718.64	23,838.65
Sep09	26,125	37,844	25,111.12	24,697.00	26,919.27	25,078.55	25,230.93
Oct09	29,733	42,597	27,703.81	26,841.91	29,044.07	27,220.01	27,367.86
Nov09	32,296	44,107	28,846.57	27,171.01	27,831.09	27,284.34	27,398.71
Dec09	39,832	52,385	37,887.44	34,143.94	40,494.49	35,234.29	35,310.97

ตารางที่ 4.17 การเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์  
ประเภทรถจักรยานยนต์ กับค่าพยากรณ์ที่ได้จากการพยากรณ์แต่ละวิธี

M/Y	SM	Naïve	HWS	DM	REG	CF1	CF2
Jan04	157,644	92,700	151,085.12	155,449.91	162,819.35	157,641.15	158,578.95
Feb04	171,855	93,932	150,168.87	146,780.23	163,358.55	154,261.94	155,126.23
Mar04	183,343	110,940	181,454.48	164,972.00	166,403.23	168,746.50	169,724.85
Apr04	145,356	102,191	159,102.41	137,990.84	141,999.79	143,721.37	144,527.42
May04	187,970	95,162	165,371.81	175,555.97	170,963.84	171,696.93	172,778.78
Jun04	166,451	90,911	178,822.29	172,496.90	155,830.45	166,856.08	167,915.22
Jul04	167,113	107,586	175,013.28	164,446.32	152,949.42	161,753.94	162,752.65
Aug04	131,912	117,417	159,638.59	154,311.37	151,410.52	154,146.26	155,078.79
Sep04	137,249	120,094	136,511.88	155,210.46	151,120.40	149,912.82	150,880.84
Oct04	154,413	136,244	141,145.73	164,981.78	162,964.30	159,544.84	160,575.53
Nov04	186,471	144,648	164,157.99	175,285.08	174,161.32	172,672.09	173,748.98
Dec04	175,696	133,567	169,772.45	162,361.28	157,818.59	161,922.78	162,903.71
Jan05	182,100	145,458	174,771.50	166,352.02	168,293.06	168,778.34	169,773.97
Feb05	156,305	150,378	175,453.37	156,545.73	153,433.12	158,917.74	159,847.96
Mar05	180,663	158,498	173,209.09	176,651.89	159,991.23	169,125.81	170,221.73
Apr05	132,488	138,964	153,521.33	147,995.69	144,448.37	147,602.71	148,497.56
May05	182,694	155,595	157,375.77	186,752.05	177,302.74	177,184.10	178,362.80
Jun05	183,450	146,077	168,724.50	181,150.43	180,682.48	178,556.51	179,669.65

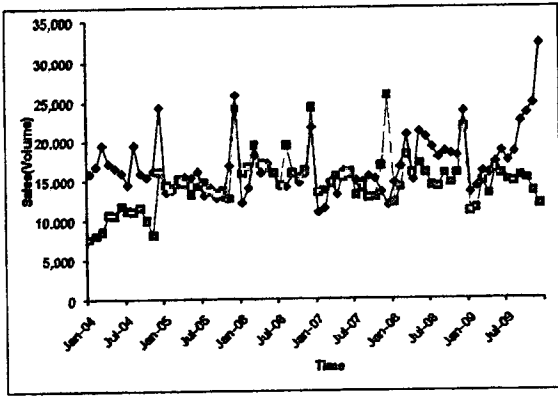
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M/Y	SM	Naïve	HWS	DM	REG	CF1	CF2
Jul05	171,890	143,687	186,055.13	170,243.18	163,312.18	170,444.58	171,466.36
Aug05	144,595	126,517	162,434.61	158,546.16	145,129.06	153,772.48	154,745.82
Sep05	161,169	123,272	150,389.97	160,376.63	148,647.22	153,616.66	154,615.41
Oct05	187,671	121,014	164,844.87	172,471.82	172,711.72	171,096.76	172,150.70
Nov05	192,978	151,449	198,539.42	184,511.59	189,065.32	189,097.57	190,193.26
Dec05	177,001	153,372	180,516.72	169,830.11	177,752.49	175,157.62	176,164.00
Jan06	170,925	157,644	178,642.09	172,355.16	170,350.46	172,744.54	173,784.13
Feb06	145,748	171,855	164,928.94	161,833.89	161,743.04	162,394.57	163,371.75
Mar06	195,542	183,343	165,207.65	181,389.84	178,274.74	176,979.96	178,102.40
Apr06	149,159	145,356	157,354.80	147,723.05	154,348.07	152,312.47	153,187.78
May06	175,373	187,970	179,270.74	180,092.43	177,105.98	178,703.84	179,800.01
Jun06	177,071	166,451	167,544.51	170,833.42	172,066.47	170,705.62	171,743.22
Jul06	161,926	167,113	177,141.13	158,428.32	159,674.96	162,557.80	163,494.08
Aug06	163,507	131,912	152,697.19	146,307.34	145,644.82	147,269.31	148,149.21
Sep06	152,259	137,249	166,008.81	144,355.97	141,136.96	147,214.66	148,067.88
Oct06	139,003	154,413	163,240.63	149,144.91	142,198.55	149,008.33	149,904.31
Nov06	142,789	186,471	155,451.29	156,000.11	148,832.66	152,942.53	153,897.72
Dec06	147,324	175,696	135,741.92	141,780.66	151,050.89	144,431.15	145,285.68
Jan07	140,325	182,100	144,522.97	141,344.15	134,302.33	139,058.65	139,920.43
Feb07	124,378	156,305	133,464.95	129,375.30	126,652.67	129,044.43	129,827.09
Mar07	128,343	180,663	144,107.65	141,524.65	127,354.98	136,188.79	137,061.49
Apr07	99,477	132,488	107,926.62	115,496.23	123,352.82	117,268.76	117,967.63
May07	153,766	182,694	120,951.68	144,031.46	150,110.67	142,074.84	142,967.32
Jun07	143,431	183,450	139,479.52	138,453.03	144,464.71	141,126.98	141,957.11
Jul07	121,566	171,890	141,806.51	129,220.76	140,689.70	136,375.72	137,129.21
Aug07	126,629	144,595	119,078.96	120,710.42	121,915.59	120,891.43	121,623.35
Sep07	118,237	161,169	126,272.02	122,940.30	126,241.77	124,943.66	125,680.52
Oct07	134,659	187,671	124,791.61	133,633.55	133,048.24	131,683.88	132,504.96
Nov07	140,645	192,978	142,966.61	144,816.13	135,520.42	140,630.79	141,522.47
Dec07	126,983	177,001	134,102.56	134,938.67	107,814.15	123,607.35	124,460.75
Jan08	131,574	170,925	127,154.76	139,480.32	144,058.75	138,983.87	139,837.92
Feb08	126,091	145,748	122,476.62	132,594.38	152,502.56	138,837.29	139,627.39
Mar08	151,181	195,542	141,516.57	150,652.41	161,441.68	153,329.94	154,239.97
Apr08	134,688	149,159	121,828.81	126,749.28	138,443.96	130,614.25	131,373.26
May08	167,181	175,373	162,570.21	159,985.30	176,404.90	167,246.33	168,191.80
Jun08	159,033	177,071	155,362.58	154,766.62	170,670.21	161,430.81	162,347.68
Jul08	153,118	161,926	153,694.45	144,888.55	151,551.95	149,334.19	150,193.26
Aug08	143,548	163,507	148,116.11	134,549.41	137,647.21	138,446.74	139,242.06

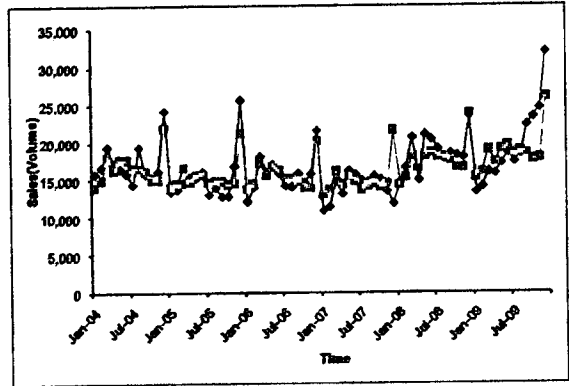
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M/Y	SM	Naïve	HWS	DM	REG	CF1	CF2
Sep08	155,600	152,259	144,187.00	133,600.17	139,668.50	138,144.91	138,934.22
Oct08	160,738	139,003	161,274.49	139,718.46	143,613.80	145,488.10	146,304.23
Nov08	149,578	142,789	172,061.31	145,672.57	155,885.42	154,977.62	155,816.03
Dec08	115,227	147,324	146,733.56	131,056.79	131,092.89	134,101.08	134,876.64
Jan09	121,442	140,325	123,060.52	131,262.52	116,438.87	123,573.23	124,397.38
Feb09	107,858	124,378	114,335.30	121,458.05	107,347.11	114,270.81	115,033.35
Mar09	109,454	128,343	124,371.00	134,133.75	108,761.26	121,798.89	122,655.78
Apr09	108,414	99,477	93,156.83	109,798.48	112,805.97	107,821.07	108,502.37
May09	116,230	153,766	128,179.92	136,962.86	121,328.35	128,827.40	129,687.82
Jun09	126,064	143,431	111,561.12	133,471.63	128,572.89	127,220.30	128,061.43
Jul09	132,135	121,566	118,557.71	124,200.94	126,873.96	124,211.16	124,967.12
Aug09	125,985	126,629	123,917.57	116,225.87	122,056.01	120,113.06	120,800.82
Sep09	135,355	118,237	126,690.80	117,397.72	131,509.46	125,004.69	125,687.07
Oct09	153,773	134,659	139,255.98	125,327.07	174,127.51	148,114.52	148,795.11
Nov09	151,184	140,645	157,640.97	133,853.53	169,707.15	153,214.64	153,951.74
Dec09	133,330	126,983	142,333.71	123,729.42	151,021.46	138,563.30	139,256.15

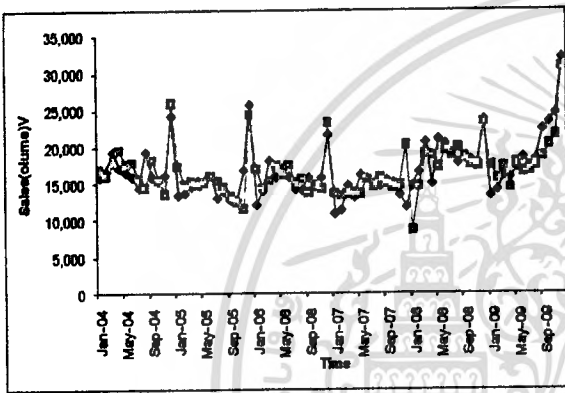
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



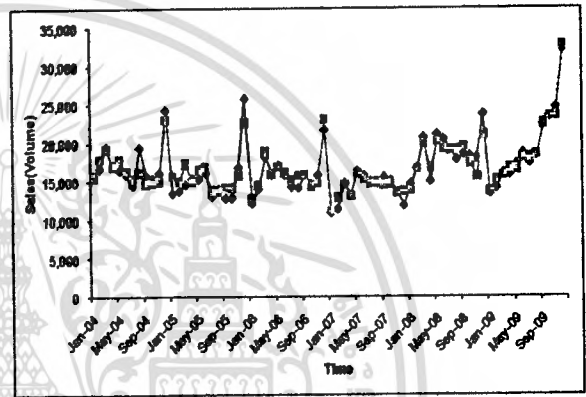
วิธี Naïve



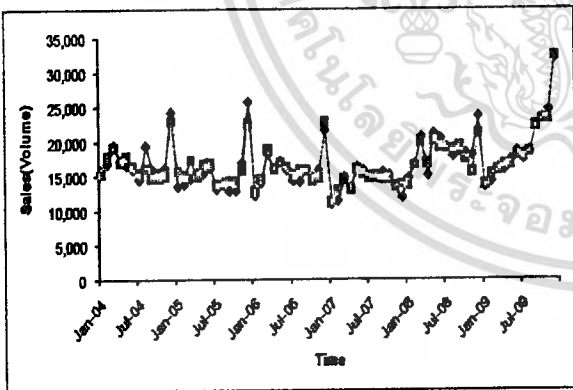
วิธีแยกส่วนประกอบ



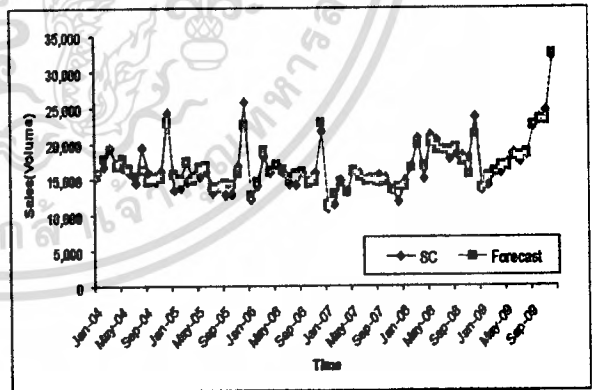
วิธี โฮล์ท-วินเทอร์



วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล



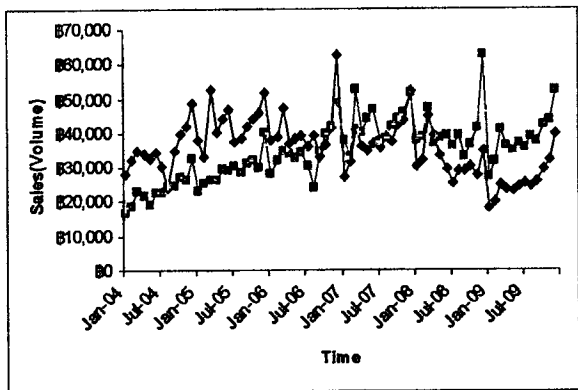
วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการแข่งขัน



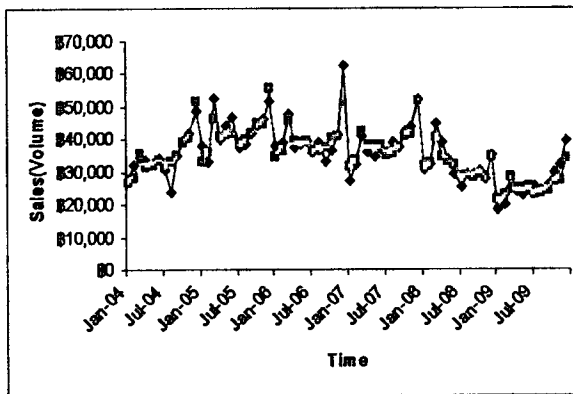
วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย

รูปที่ 4.18 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงของยอดขายประเภทรถยนต์นั่ง

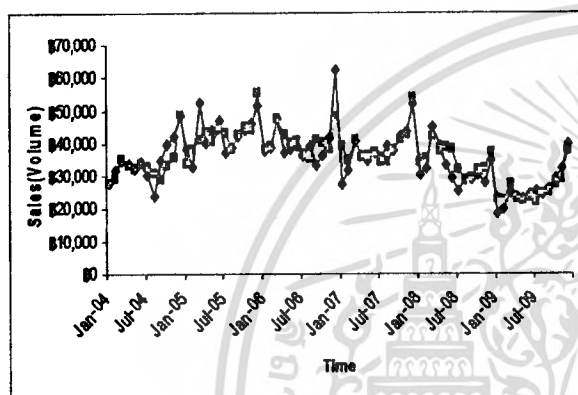
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



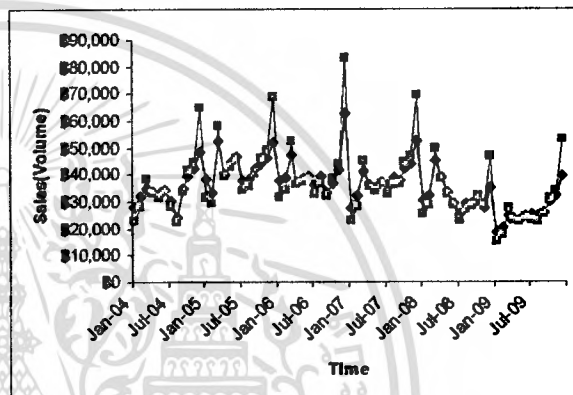
วิธี Naïve



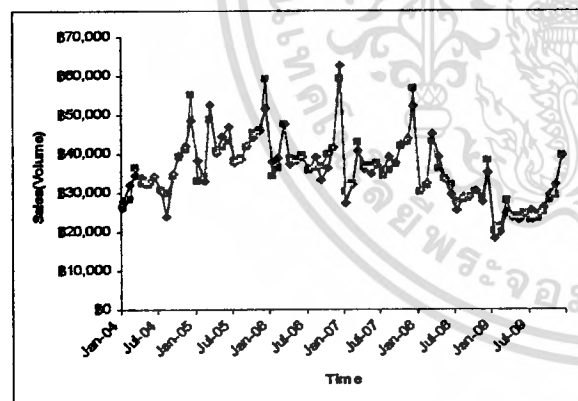
วิธีแยกส่วนประกอบ



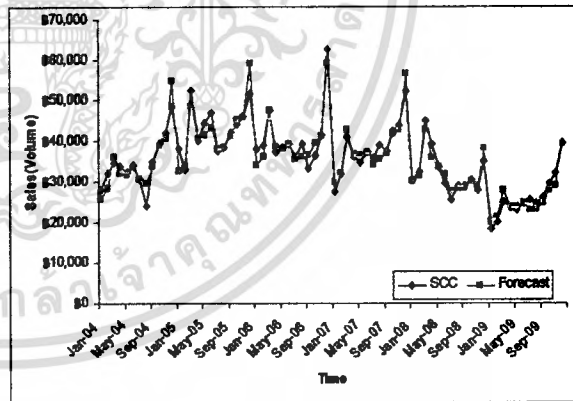
วิธี โฮล์ท – วินเตอร์



วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล



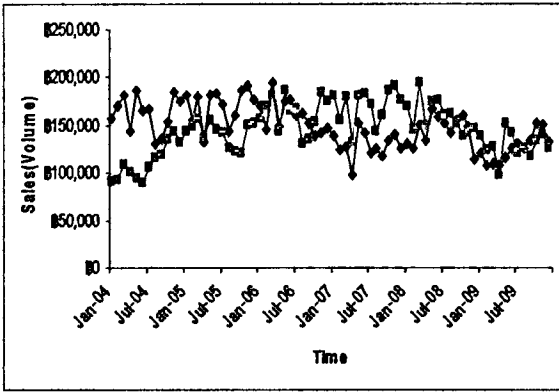
วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น



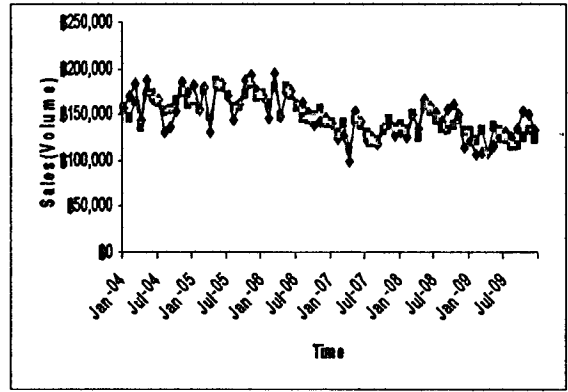
วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย

รูปที่ 4.19 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงของยอดขายประเภทรถยนต์พาณิชย์

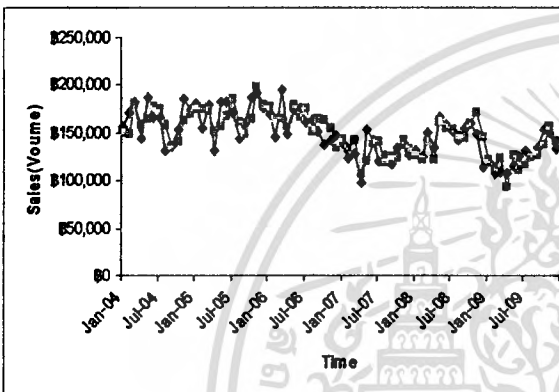
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



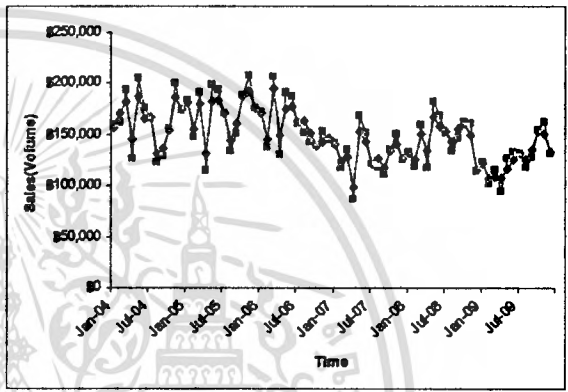
วิธี Naive



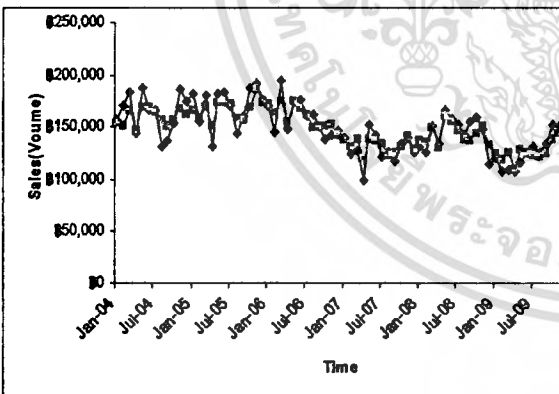
วิธีแยกส่วนประกอบ



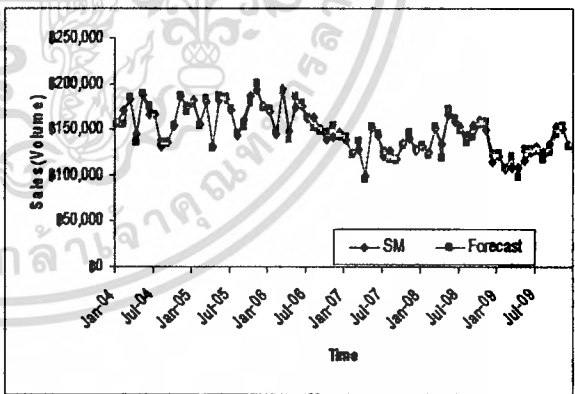
วิธี โฮล์ท-วินเดอร์



วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล



วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น



วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย

รูปที่ 4.20 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงของยอดขายประเภทรถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.18 – 4.20 เมื่อเปรียบเทียบกราฟที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ในแต่ละประเภททั้งหกวิธี จะเห็นได้ว่าวิธีแยกส่วนประกอบ และวิธีการพยากรณ์รวมทั้งสองแบบมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าวิธีอื่นๆ อย่างไรก็ตามการสรุปในตอนนี้เป็นสรุปจากการสังเกตลักษณะการเคลื่อนไหวของค่าพยากรณ์กับค่าที่เกิดขึ้นจริงเท่านั้น ยังไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าวิธีการพยากรณ์ใดมีความแม่นยำมากกว่ากัน ดังนั้นจึงต้องตัดสินใจจากผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน ในตอนต่อไป

4.4.2 ผลการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ด้วย ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย MAE ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย MSE เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย MAPE ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย RMSE และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil

ผลการคำนวณค่าวัดความแม่นยำของการพยากรณ์ของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภท เมื่อใช้ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย MAE ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย MSE เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย MAPE ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย RMSE และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil ในการเปรียบเทียบ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.18 – 4.20

ตารางที่ 4.18 ผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง

วิธีพยากรณ์	MAE	MSE	RMSE	MAPE	Theil's U
Naïve	6,898.98	47,595,925.04	6,898.98	66.86	1
DM	1,528.21	4,566,576.16	2,136.95	9.52	0.59
HWS	1,591.32	4,705,526.76	2,169.22	10.23	0.64
REG	<b>961.09</b>	1,477,959.13	1,215.71	<b>6.18</b>	<b>0.30</b>
CF1	962.31	1,472,875.81	1,213.62	<b>6.18</b>	0.32
CF2	964.02	<b>1,467,295.85</b>	<b>1,211.32</b>	6.24	0.36

ตารางที่ 4.19 ผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของยอดขายของอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถยนต์พาณิชย์

วิธีการพยากรณ์	MAE	MSE	RMSE	MAPE	Theil's U
Naive	16,244.42	263,881,181.13	16,244.42	68.40	1
DM	2,054.61	8,008,628.13	2,829.95	6.10	0.45
HWS	2,619.20	13,940,653.34	3,733.72	7.95	0.57
REG	2,696.05	14,177,728.88	3,757.36	7.84	0.69
CF1	<b>1,967.27</b>	7,734,359.79	2,781.07	<b>5.79</b>	<b>0.38</b>
CF2	1,981.87	<b>7,672,621.43</b>	<b>2,769.95</b>	5.87	0.44

ตารางที่ 4.20 ผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของยอดขายของอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถจักรยานยนต์

วิธีการพยากรณ์	MAE	MSE	RMSE	MAPE	Theil's U
Naive	60,778.83	3,694,066,176.17	60,778.83	72.38	1
DM	8,852.08	126,542,521.41	11,249.11	6.24	0.60
HWS	11,165.29	180,599,522.97	13,438.73	7.90	0.72
REG	9,353.57	133,787,378.01	11,566.65	6.74	<b>0.47</b>
CF1	7,566.68	87,906,373.38	9,375.84	<b>5.42</b>	0.50
CF2	<b>7,518.84</b>	<b>87,138,506.22</b>	<b>9,334.80</b>	5.43	0.49

จากตารางที่ 4.18 – 4.20 ถ้าใช้ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) เป็นเกณฑ์ในการวัดความถูกต้อง จะเห็นว่าในกรณีของรถยนต์นั่งวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาลมีค่าต่ำสุด ในกรณีของรถยนต์พาณิชย์วิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้กำหนดการเชิงเส้นมีค่าต่ำสุด และรถจักรยานยนต์วิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาลมีค่าต่ำที่สุด ถ้าใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เป็นเกณฑ์ในการวัดความถูกต้อง จะเห็นว่าวิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้กำหนดการเชิงเส้นมีค่าต่ำที่สุด ในทุกประเภทของอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ ยกเว้นในกรณีของรถยนต์นั่งจะมีค่า MAPE เท่ากันกับวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล ถ้าใช้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) เป็นเกณฑ์ในการวัดความถูกต้อง จะเห็นว่าวิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยมีค่าต่ำสุดในทุกประเภทของอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการวัดความถูกต้อง จะเห็นว่า เป็นไปในทำนองเดียวกับค่า RMSE ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil นั้นจะเห็นว่าค่า Thiel's U ของทุกวิธีการพยากรณ์มีค่า  $U < 1$  นั่นคือ วิธีการพยากรณ์ทั้ง 6 วิธีให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำกว่าวิธีนาอิว์ โดยยิ่งค่า  $U$  น้อยกว่า 1 เท่าใดเทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้ก็จะยิ่งให้ผลแม่นยำมากกว่าวิธีนาอิว์ มากขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า

ในตอนนี้เป็นการเสนอผลการพยากรณ์ 24 เดือน และวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภท โดยใช้เกณฑ์วัดความถูกต้อง 4 เกณฑ์ที่ทำให้ยอดขายแต่ละประเภทต่ำที่สุด ดังนี้

4.5.1 ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ได้ค่าพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้า ดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดเมื่อใช้ MSE, RMSE เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ (คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2553	ม.ค.	22,383.68	25,528.16	143,710.20
2553	ก.พ.	25,866.97	26,484.82	142,436.11
2553	มี.ค.	28,848.74	28,089.96	146,406.79
2553	เม.ย.	27,108.30	29,009.36	130,165.31
2553	พ.ค.	28,544.22	25,577.87	143,144.01
2553	มิ.ย.	28,133.09	27,260.27	141,181.39
2553	ก.ค.	27,073.20	26,522.07	144,927.76
2553	ส.ค.	27,334.13	27,427.18	132,930.76
2553	ก.ย.	28,086.23	25,129.13	142,111.53
2553	ต.ค.	26,855.87	26,001.84	143,507.38
2553	พ.ย.	25,517.29	26,514.93	148,579.15
2553	ธ.ค.	33,566.86	28,155.54	134,144.54
2554	ม.ค.	23,810.98	23,615.65	141,816.31
2554	ก.พ.	27,506.26	24,474.79	140,800.90
2554	มี.ค.	30,668.34	26,002.52	144,879.42
2554	เม.ย.	28,808.51	26,822.50	129,507.01
2554	พ.ค.	30,325.87	23,683.91	141,162.70

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ (คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชยกรรม	รถจักรยานยนต์
2554	มี.ย.	29,880.30	25,289.19	139,820.85
2554	ก.ค.	28,745.53	24,411.18	143,802.79
2554	ส.ค.	29,013.93	25,217.43	130,962.05
2554	ก.ย.	29,802.84	23,240.07	140,267.42
2554	ต.ค.	28,488.82	24,014.70	140,915.81
2554	พ.ย.	27,061.97	24,422.60	145,683.59
2554	ธ.ค.	35,590.64	25,984.74	131,334.71

จากตารางที่ 4.21 เป็นค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมที่ได้จากวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (CF2)

4.5.2 ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ได้ค่าพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้า ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 แสดงค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดเมื่อใช้ MAPE เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ (คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชยกรรม	รถจักรยานยนต์
2553	ม.ค.	19,226.59	22,806.01	143,800.50
2553	ก.พ.	20,117.29	24,065.18	134,636.01
2553	มี.ค.	24,219.12	29,807.25	150,154.26
2553	เม.ย.	21,053.43	26,625.40	125,256.05
2553	พ.ค.	22,740.62	26,361.11	154,922.41
2553	มี.ย.	22,534.59	26,720.20	149,770.53
2553	ก.ค.	21,216.60	24,767.85	141,721.67
2553	ส.ค.	21,529.19	25,204.02	133,122.36
2553	ก.ย.	21,269.46	26,303.09	134,665.23
2553	ต.ค.	20,274.80	28,535.02	143,277.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ (คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2553	พ.ย.	20,391.53	28,807.32	151,987.14
2553	ธ.ค.	29,748.93	36,123.62	140,507.90
2554	ม.ค.	19,258.72	22,689.05	143,688.57
2554	ก.พ.	20,230.81	23,960.86	134,513.52
2554	มี.ค.	23,663.12	30,068.89	150,578.38
2554	เม.ย.	21,185.50	26,524.42	125,106.53
2554	พ.ค.	22,738.78	26,331.43	154,863.20
2554	มิ.ย.	22,535.05	26,712.60	149,737.08
2554	ก.ค.	21,217.65	24,800.46	141,753.61
2554	ส.ค.	21,529.74	25,227.16	133,149.29
2554	ก.ย.	21,269.82	26,317.36	134,686.85
2554	ต.ค.	20,275.04	28,540.02	143,291.67
2554	พ.ย.	20,391.65	28,804.15	151,993.01
2554	ธ.ค.	29,748.86	36,114.64	140,505.55

จากตารางที่ 4.19 เป็นค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมที่ได้จากวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น (CF1)

4.5.3 ใช้ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ได้ค่าพยากรณ์ 24 เดือนล่วงหน้า ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 แสดงค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดเมื่อใช้ MAE เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ (คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2553	ม.ค.	20,488.82	22,806.01	143,710.20
2553	ก.พ.	21,369.52	24,065.18	142,436.11
2553	มี.ค.	24,994.29	29,807.25	146,406.79
2553	เม.ย.	22,367.75	26,625.40	130,165.31
2553	พ.ค.	24,006.28	26,361.11	143,144.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขายยานยนต์ (คัน)		
		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
2553	มี.ย.	23,790.39	26,720.20	141,181.39
2553	ก.ค.	22,400.32	24,767.85	144,927.76
2553	ส.ค.	22,730.03	25,204.02	132,930.76
2553	ก.ย.	22,455.50	26,303.09	142,111.53
2553	ต.ค.	21,405.12	28,535.02	143,507.38
2553	พ.ย.	21,528.15	28,807.32	148,579.15
2553	ธ.ค.	31,406.87	36,123.62	134,144.54
2554	ม.ค.	20,331.91	22,689.05	141,816.31
2554	ก.พ.	21,358.13	23,960.86	140,800.90
2554	มี.ค.	24,981.76	30,068.89	144,879.42
2554	เม.ย.	22,366.20	26,524.42	129,507.01
2554	พ.ค.	24,006.21	26,331.43	141,162.70
2554	มี.ย.	23,791.24	26,712.60	139,820.85
2554	ก.ค.	22,400.45	24,800.46	143,802.79
2554	ส.ค.	22,729.85	25,227.16	130,962.05
2554	ก.ย.	22,455.37	26,317.36	140,267.42
2554	ต.ค.	21,405.09	28,540.02	140,915.81
2554	พ.ย.	21,528.17	28,804.15	145,683.59
2554	ธ.ค.	31,406.90	36,114.64	131,334.71

จากตารางที่ 4.23 เป็นค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG) ในกรณีของรถยนต์นั่ง วิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น (CF1) ในกรณีของรถยนต์พาณิชย์ และวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (CF2) รถจักรยานยนต์

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ 3 ประเภท คือ รถยนต์นั่ง รถยนต์พาณิชย์ และรถจักรยานยนต์ ซึ่งใช้วิธีพยากรณ์ดังนี้ วิธีนาอิว (Naïve) วิธีแยกส่วนประกอบ (DM) วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮล์ท-วินเทอร์ (HWS) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (REG) วิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น (CF1) และวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (CF2) เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความถูกต้องในงานวิจัยครั้งนี้คือ ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil

5.1.1 ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้ม และการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล โดยการวาดกราฟและการทดสอบเครื่องหมาย พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ภายในประเทศทั้ง 3 ประเภท มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาลที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีการพยากรณ์แบบต่าง ๆ

ก. ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง

มีสมการพยากรณ์ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

- วิธีนาอิว (Naïve) มีสมการพยากรณ์คือ  $F_t = A_{t-24}$
- วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮล์ท-วินเทอร์ (HWS) มีสมการพยากรณ์คือ  $W_{t+m} = (F_t + mT_t)S_{t+m-p}$

โดยที่  $m$  คือ ระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า  $m = 1, 2, \dots$

$p$  คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

$$\alpha = 0.6863$$

$$\beta = 0.6538$$

$$\gamma = 0.0041$$

$$\text{เมื่อ } F_t = \frac{\alpha X_t}{S_{t-p}} + (1-\alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$S_t = \frac{\beta X_t}{F_t} + (1-\beta)S_{t-p}$$

$$T_t = \gamma(F_t - F_{t-1}) + (1-\gamma)T_{t-1}$$

- วิธีแยกส่วนประกอบ (DM) มีสมการพยากรณ์คือ  $F_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$  โดยค่าดัชนีฤดูกาลที่ได้มี ดังนี้  $S_1 = 0.8752, S_2 = 0.9194, S_3 = 1.0754, S_4 = 0.9628, S_5 = 1.0334, S_6 = 1.0242, S_7 = 0.9643, S_8 = 0.9785, S_9 = 0.9666, S_{10} = 0.9214, S_{11} = 0.9267, S_{12} = 1.3520$
- วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (REG) มีสมการพยากรณ์คือ  $SC(Y/S) = 11,080.03 + 95.69VI - 114.19FI - 72.79\text{Gasoline}95 + 194.53\text{CPA} - 157.39\text{CI} - 80.96\text{CPI/V\&F}$  และใช้ค่าดัชนีฤดูกาลจากวิธีแยกส่วนประกอบ
- วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น (CF1) มีสมการพยากรณ์คือ  $SC = 0.038956286DM + 0HWS + 0.961043714REG$
- วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (CF2) มีสมการพยากรณ์คือ  $SC = 0.038678DM + 0.015487HWS + 0.950249REG$

ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า พบว่า วิธีพยากรณ์ด้วยวิธีนาอีฟ มีลักษณะคงที่แต่จะเพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮล์ท-วินเทอร์ มีลักษณะคงที่แต่จะเพิ่มขึ้นในเดือนมีนาคม และธันวาคม วิธีการแยกส่วนประกอบ วิธีการวิเคราะห์การถดถอย และวิธีการพยากรณ์รวมโดยการให้น้ำหนักทั้ง 2 แบบ มีลักษณะคงที่แต่จะเพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม

ข. ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ประเภทรถยนต์พาณิชย

มีสมการพยากรณ์ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

- วิธีนาอีฟ (Naïve) มีสมการพยากรณ์คือ  $F_t = A_{t-24}$
- วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮล์ท-วินเทอร์ (HWS) มีสมการพยากรณ์คือ  $W_{t+m} = (F_t + mT_t)S_{t+m-p}$

โดยที่  $m$  คือ ระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า  $m = 1, 2, \dots$

$p$  คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

$$\alpha = 0.4306$$

$$\beta = 0.3125$$

$$\gamma = 0.0058$$

$$\text{เมื่อ } F_t = \frac{\alpha X_t}{S_{t-p}} + (1-\alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$S_t = \frac{\beta X_t}{F_t} + (1-\beta)S_{t-p}$$

$$T_t = \gamma(F_t - F_{t-1}) + (1-\gamma)T_{t-1}$$

- วิธีแยกส่วนประกอบ (DM) มีสมการพยากรณ์คือ  $F_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$  โดยค่าดัชนีฤดูกาลที่ได้มี ดังนี้  $S_1 = 0.8347, S_2 = 0.8816, S_3 = 1.1064, S_4 = 0.9761, S_5 = 0.9691, S_6 = 0.9832, S_7 = 0.9128, S_8 = 0.9284, S_9 = 0.9685, S_{10} = 1.0502, S_{11} = 1.0599, S_{12} = 1.3290$
- วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (REG) มีสมการพยากรณ์คือ  $SCC(Y/S) = -32,256.41 + 34.40DI + 197.15CPI/V\&F + 45.39VI - 164.34CPA$  และใช้ค่าดัชนีฤดูกาลจากวิธีแยกส่วนประกอบ
- วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น (CF1) มีสมการพยากรณ์คือ  $SCC = 0.828306374DM + 0.097791478HWS + 0.171693626REG$
- วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (CF2) มีสมการพยากรณ์คือ  $SCC = 0.877416DM - 0.042839HWS + 0.172261REG$

ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า พบว่า วิธีพยากรณ์ด้วยวิธีนาอิวฟ์ มีลักษณะคงที่แต่จะเพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮล์ท-วินเทอร์ มีลักษณะคงที่แต่จะเพิ่มขึ้นในเดือนมีนาคม และธันวาคม วิธีการแยกส่วนประกอบ วิธีการวิเคราะห์การถดถอย และวิธีการพยากรณ์รวมโดยการให้น้ำหนักทั้ง 2 แบบ มีลักษณะคงที่แต่จะเพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม

ก. ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์ประเภทรถจักรยานยนต์

มีสมการพยากรณ์ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

- วิธีนาอิวฟ์ (Naïve) มีสมการพยากรณ์คือ  $F_t = A_{t-24}$
- วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮล์ท-วินเทอร์ (HWS) มีสมการพยากรณ์คือ  $W_{t+m} = (F_t + mT_t)S_{t+m-p}$

โดยที่  $m$  คือ ระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า  $m = 1, 2, \dots$

$p$  คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

$$\alpha = 0.7454$$

$$\beta = 0.4965$$

$$\gamma = 0.0000$$

$$\text{เมื่อ } F_t = \frac{\alpha X_t}{S_{t-p}} + (1-\alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$S_t = \frac{\beta X_t}{F_t} + (1-\beta)S_{t-p}$$

$$T_t = \gamma(F_t - F_{t-1}) + (1-\gamma)T_{t-1}$$

- วิธีแยกส่วนประกอบ (DM) มีสมการพยากรณ์คือ  $F_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$  โดยค่าดัชนีฤดูกาลที่ได้มี ดังนี้  $S_1 = 1.0118, S_2 = 0.9480, S_3 = 1.0599, S_4 = 0.8755, S_5 = 1.0940, S_6 = 1.0592, S_7 = 0.9978, S_8 = 0.9342, S_9 = 0.9440, S_{10} = 1.0074, S_{11} = 1.0753, S_{12} = 0.9930$
- วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (REG) มีสมการพยากรณ์คือ  $SM(Y/S) = 232,233.64 + 306.24CPI/V\&F + 592.63VI + 724.39CI - 849.67QI - 2,536.55CPA/Motorcycle$  และใช้ค่าดัชนีฤดูกาลจากวิธีแยกส่วนประกอบ
- วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น (CF1) มีสมการพยากรณ์คือ  $SM = 0.394961691DM + 0.193243078HWS + 0.411795231REG$
- วิธีพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล (CF2) มีสมการพยากรณ์คือ  $SM = 0.403487DM + 0.192056HWS + 0.410517REG$

ผลการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ 24 เดือนล่วงหน้า พบว่า วิธีพยากรณ์ด้วยวิธีนาอิว มีลักษณะขึ้นลงไม่คงที่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮล์ท-วินเทอร์ มีลักษณะคงที่แต่จะลดลงมากในเดือนเมษายน และพฤษภาคม วิธีการแยกส่วนประกอบ วิธีการวิเคราะห์การถดถอย และวิธีการพยากรณ์รวมโดยการให้น้ำหนักทั้ง 2 แบบ มีลักษณะคงที่แต่จะลดลงมากในเดือนเมษายน

### 5.1.3 ผลการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์

ได้ข้อสรุป ดังนี้ ถ้าใช้ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) เป็นเกณฑ์ในการวัดความถูกต้อง จะเห็นว่าในกรณีของรถยนต์นั่งวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาลมีค่าต่ำสุด ในกรณีของรถยนต์พาณิชย์วิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้นมีค่าต่ำสุดรถจักรยานยนต์วิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยมีค่าต่ำที่สุด ถ้าใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เป็นเกณฑ์ในการวัดความถูกต้อง จะเห็นว่าวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้นมีค่าต่ำที่สุด ในทุกประเภทของอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ ยกเว้นในกรณีของรถยนต์นั่งจะมีค่า MAPE เท่ากันกับวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล ถ้าใช้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อน

กำลังสองเฉลี่ย (RMSE) เป็นเกณฑ์ในการวัดความถูกต้อง จะเห็นว่าวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล มีค่าต่ำสุดในทุกประเภทของอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการวัดความถูกต้อง จะเห็นว่าเข้าไปในทำนองเดียวกับค่า RMSE ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่ากันของ Theil นั้นจะเห็นว่าค่า Thiel's U ของทุกวิธีการพยากรณ์มีค่า  $U < 1$  นั่นคือ วิธีการพยากรณ์ทั้ง 6 วิธีให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำกว่าวิธีนาอิว์ โดยยิ่งค่า U น้อยกว่า 1 เท่าใดเทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้ก็จะยิ่งให้ผลแม่นยำมากกว่าวิธีนาอิว์ มากขึ้นเท่านั้น

#### 5.1.4 ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า

วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์ยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ ประเภทต่าง ๆ คือวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น ถ้าใช้ค่า MAPE เป็นเกณฑ์ในการวัดความคลาดเคลื่อน แต่ถ้าใช้ MSE และ RMSE เป็นเกณฑ์ในการวัดความคลาดเคลื่อน วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด คือวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบมีฤดูกาล

วิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น

$$SC = 0.038956286DM + 0HWS + 0.961043714REG$$

$$SCC = 0.828306374DM + 0.097791478HWS + 0.171693626REG$$

$$SM = 0.394961691DM + 0.193243078HWS + 0.411795231REG$$

วิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย

$$SC = 0.038678DM + 0.015487HWS + 0.950249REG$$

$$SCC = 0.877416DM - 0.042839HWS + 0.172261REG$$

$$SM = 0.403487DM + 0.192056HWS + 0.410517REG$$

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นในการพยากรณ์ ผู้วิจัยจำเป็นต้องมีการตรวจสอบก่อนว่าลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลเป็นอย่างไร เพื่อเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์มาใช้กับข้อมูลที่มีอยู่ การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้ม และการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล โดยการวาดกราฟ และการทดสอบเครื่องหมาย แต่ในกรณีของวิธีแยกส่วนประกอบไม่จำเป็นต้องมีการ

ตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ ทั้งนี้เพราะในขั้นตอนของวิธีการแยกส่วนประกอบจะทำการแยกส่วนประกอบออกมาได้อย่างชัดเจนอยู่แล้ว

การเลือกวิธีการพยากรณ์ในเบื้องต้นอาจเลือกได้หลายวิธี ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลาลักษณะเดียวกันมิได้หลายวิธี เช่น ในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะแนวโน้ม และฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่สามารถใช้ได้คือ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮล์ท-วินเทอร์ วิธีการแยกส่วนประกอบ และวิธีการวิเคราะห์การถดถอย เป็นต้น แต่ในเบื้องต้นก็ยังไม่สามารถบอกได้ว่าวิธีใดจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด และเหมาะสมที่สุดจนกว่าจะได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อน หรือความถูกต้องของการพยากรณ์แล้ว

จากการศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อขยายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ในแต่ละประเภทพบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อขยายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทต่าง ๆ มีตัวแปรอิสระที่แตกต่างกันสำหรับแต่ละประเภทของขยาย เช่นขยายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง มีรายละเอียด ดังนี้

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อขยายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่ง มีดังนี้คือ ดัชนีหมวดยานยนต์ (VI) ดัชนีหมวดเชื้อเพลิง (FI) ราคาน้ำมันเบนซิน 95 (Gasoline 95) ดัชนีราคาผู้ผลิตของประเทศ (CPA) ดัชนีราคาผู้บริโภคด้านยานพาหนะและน้ำมันเชื้อเพลิง (CPI/V&F) และดัชนีราคา (CI) ซึ่งตัวแปรอิสระแต่ละตัวจะมีอิทธิพลต่อขยายอุตสาหกรรมยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งในทิศทางที่ต่างกันตามเครื่องหมายที่ได้จากการวิเคราะห์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ VI เท่ากับ 95.69 หมายความว่าถ้าดัชนีหมวดยานยนต์เพิ่มขึ้น 1 หน่วย ในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่จะมีผลทำให้ขยายรถยนต์นั่ง มีค่าเพิ่มขึ้น 95.69 คัน ค่าสัมประสิทธิ์ของ FI เท่ากับ -114.19 หมายความว่าถ้าดัชนีหมวดเชื้อเพลิง เพิ่มขึ้น 1 หน่วย ในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่จะมีผลทำให้ขยายรถยนต์นั่ง มีค่าลดลง 114.19 คัน ค่าสัมประสิทธิ์ของ Gasoline 95 เท่ากับ -72.79 หมายความว่าถ้าราคาน้ำมันเบนซิน 95 เพิ่มขึ้น 1 บาทต่อวัน ในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่จะมีผลทำให้ขยายรถยนต์นั่ง มีค่าลดลง 72.79 คัน ค่าสัมประสิทธิ์ของ CPA เท่ากับ 194.53 หมายความว่าถ้าดัชนีราคาผู้ผลิตของประเทศ เพิ่มขึ้น 1 หน่วย ในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่จะมีผลทำให้ขยายรถยนต์นั่ง มีค่าเพิ่มขึ้น 194.53 คัน ค่าสัมประสิทธิ์ของ CPI/V&F เท่ากับ -80.96 หมายความว่าถ้าดัชนีราคาผู้บริโภคด้านยานพาหนะและน้ำมันเชื้อเพลิง เพิ่มขึ้น 1 หน่วย ในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่จะมีผลทำให้ขยายรถยนต์นั่ง มีค่าลดลง 80.96 คัน และค่าสัมประสิทธิ์ของ CI เท่ากับ -157.39 หมายความว่าถ้าดัชนีราคาเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่จะมีผลทำให้ขยายรถยนต์นั่ง มีค่าลดลง 157.39 คัน

### 5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาหาวิธีการล่วงหน้าหนักที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ร่วมด้วยวิธีอื่นๆ นอกเหนือจากการใช้กำหนดการเชิงเส้น และวิธีการวิเคราะห์การถดถอย
2. ควรมีการเขียนโปรแกรมสำเร็จรูปที่เป็นการพยากรณ์วิธีต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ที่สนใจนำไปใช้ได้เลย
3. เพิ่มปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อขยายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์ รวมถึงปัจจัยเชิงคุณภาพ เช่น สภาพการเมือง เป็นต้น
4. ข้อมูลที่นำมาพยากรณ์ควรเป็นข้อมูลระยะยาว แต่ผลของการพยากรณ์ควรเป็นข้อมูลระยะสั้น เพราะเหตุการณ์ในอนาคตมักมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น เช่น เหตุการณ์ทางการเมืองที่ก่อความไม่สงบในประเทศไทย เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2553
5. ในการพยากรณ์ด้วยวิธีต่างๆ ควรมีการศึกษาทฤษฎีวิธีพยากรณ์ให้ละเอียด และทำตามข้อกำหนดเบื้องต้นของในแต่ละวิธีให้ครบถ้วน เพราะถ้าขาดข้อกำหนดเบื้องต้นอย่างใดอย่างหนึ่งไปอาจทำให้ผลการพยากรณ์ที่ได้มีความผิดพลาด
6. ในการอภิปรายผลการพยากรณ์ที่ได้ควรมีการอ้างอิงทฤษฎีที่ใช้ และควรนึกถึงหลักความเป็นจริงในการสรุปผลการพยากรณ์ให้มาก

## บรรณานุกรม

- ณัฐกานต์ หมูทอง. 2549. “การพยากรณ์สัญญาณ่วงแปรผันสำหรับประเภตศาสตร์ชั้นพิเศษโดยวิธีอาร์มา.” วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2549. การพยากรณ์เชิงปริมาณ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นวลพรรณ มีนาทุ่ง. 2542. “การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทย.” วิทยานิพนธ์สถิติศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิพัฒน์ บำรุงกาญจน์. 2550. “การพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าระยะปานกลางของการไฟฟ้านครหลวงโดยใช้วิธีเอกซ์โพเนนเชียลสมูทติ้งและวิธีบอซเจนกินส์.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- รัศมี หนานสายออ. 2542. “การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อวางแผนการเพาะปลูก.” วิทยานิพนธ์สถิติศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วราภรณ์ เล้ารัตนานุรักษ์. 2542. “การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทาน.” วิทยานิพนธ์สถิติศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจิต หล่อจีระชุนห์ และจิราวัลย์ จิตรถเวช. 2548. เทคนิคการพยากรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สุมิตรา อมรรวพักตร์. 2542. “การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าในส่วนบุคคล.” วิทยานิพนธ์สถิติศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โอฬาร ธรรมานนท์. 2548. “การพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดระยะยาวของระบบกฟผ. โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Ali Iseri, Bekir Karlik. 2009. “An artificial neural networks approach on automobile pricing.” Expert Systems with Applications 36: 2155-2160.

- J. Scott Armstrong, Fred Collopy, J. Thomas Yokum. 2005. "Decomposition by causal forces: a procedure for forecasting complex time series." *International Journal of Forecasting* 21 : 25-36.
- Jongsu Lee, Youngsang Cho. 2009. "Demand forecasting of diesel passenger car considering consumer preference and government regulation in South Korea." *Transportation Research Part A* 43 : 420-429
- Nicholas, R. Farnum. and LaVerne, W. Stanton. 1989. **Quantitative Forecasting Methods**. California State University-Fullerton.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลอนุกรมเวลาของยอดขายอุตสาหกรรมการประกอบยานยนต์  
แต่ละประเภทที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ข้อมูลอนุกรมเวลาระดับยอดขายอุตสาหกรรมยานยนต์แต่ละประเภทที่ใช้ในการวิจัย

M/Y	ประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์			M/Y	ประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์		
	รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์		รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
Jan-02	7,671	17,056	92,700	Jan-05	13,602	38,292	182,100
Feb-02	8,131	18,672	93,932	Feb-05	13,903	33,154	156,305
Mar-02	8,644	23,484	110,940	Mar-05	14,755	52,799	180,663
Apr-02	10,767	22,210	102,191	Apr-05	15,584	40,336	132,488
May-02	10,669	19,423	95,162	May-05	15,484	44,586	182,694
Jun-02	11,860	23,070	90,911	Jun-05	16,247	47,174	183,450
Jul-02	11,268	23,101	107,586	Jul-05	13,202	37,660	171,890
Aug-02	11,097	24,674	117,417	Aug-05	14,122	38,706	144,595
Sep-02	11,727	24,862	120,094	Sep-05	12,927	42,210	161,169
Oct-02	9,995	27,505	136,244	Oct-05	12,981	44,418	187,671
Nov-02	8,256	26,432	144,648	Nov-05	17,029	46,391	192,978
Dec-02	16,245	32,584	133,567	Dec-05	25,925	51,951	177,001
Jan-03	14,556	23,241	145,458	Jan-06	12,287	38,170	170,925
Feb-03	14,112	25,582	150,378	Feb-06	14,164	39,147	145,748
Mar-03	15,342	26,358	158,498	Mar-06	18,332	47,751	195,542
Apr-03	14,656	26,543	138,964	Apr-06	16,069	37,467	149,159
May-03	13,371	29,406	155,595	May-06	17,222	38,478	175,373
Jun-03	14,338	29,003	146,077	Jun-06	16,053	39,479	177,071
Jul-03	14,965	30,677	143,687	Jul-06	14,396	36,242	161,926
Aug-03	13,583	28,896	126,517	Aug-06	14,272	39,383	163,507
Sep-03	13,591	31,266	123,272	Sep-06	16,008	33,375	152,259
Oct-03	13,773	32,411	121,014	Oct-06	14,796	36,596	139,003
Nov-03	12,801	30,145	151,449	Nov-06	15,984	41,816	142,789
Dec-03	24,330	40,509	153,372	Dec-06	21,822	62,699	147,324
Jan-04	16,005	28,118	157,644	Jan-07	11,059	27,584	140,325
Feb-04	16,902	32,142	171,855	Feb-07	11,534	32,072	124,378
Mar-04	19,605	34,813	183,343	Mar-07	14,929	41,092	128,343
Apr-04	17,325	33,990	145,356	Apr-07	13,301	36,357	99,477
May-04	16,718	32,554	187,970	May-07	16,385	34,979	153,766
Jun-04	16,082	34,397	166,451	Jun-07	15,881	37,341	143,431
Jul-04	14,583	30,714	167,113	Jul-07	15,085	36,072	121,566
Aug-04	19,569	24,099	131,912	Aug-07	14,901	39,262	126,629
Sep-04	16,041	35,077	137,249	Sep-07	15,647	37,844	118,237
Oct-04	15,521	39,820	154,413	Oct-07	15,265	42,597	134,659
Nov-04	16,330	42,248	186,471	Nov-07	13,612	44,107	140,645
Dec-04	24,433	48,792	175,696	Dec-07	11,960	52,385	126,983

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

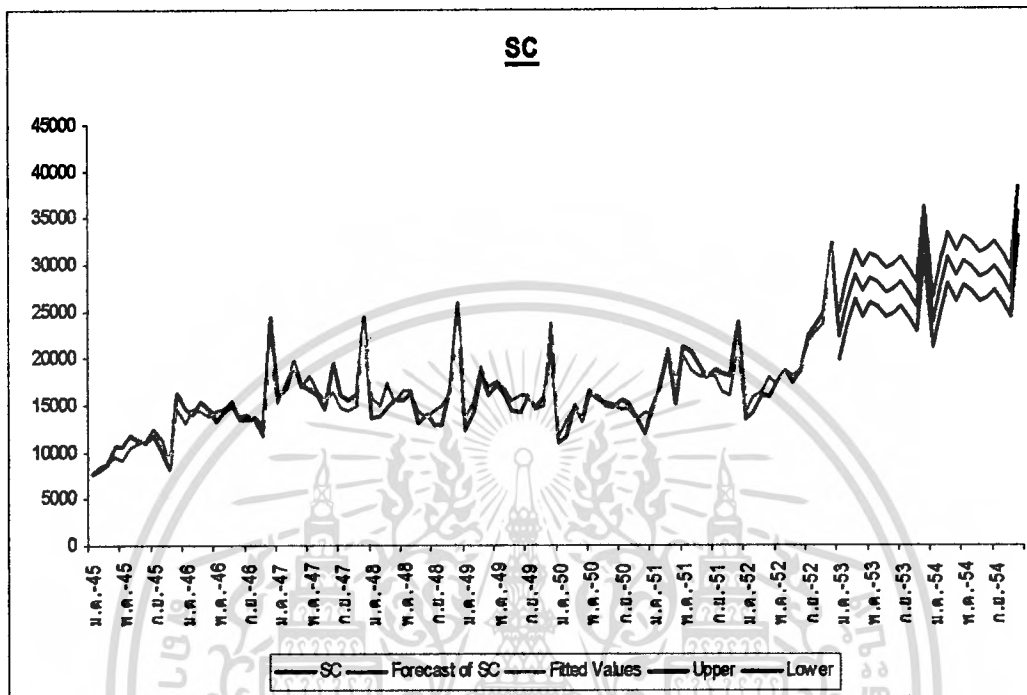
M/Y	ประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์		
	รถยนต์นั่ง	รถยนต์พาณิชย์	รถจักรยานยนต์
Jan-08	14,821	30,610	131,574
Feb-08	16,805	32,443	126,091
Mar-08	20,845	45,262	151,181
Apr-08	15,150	39,329	134,688
May-08	21,248	33,662	167,181
Jun-08	20,569	29,540	159,033
Jul-08	19,273	25,499	153,118
Aug-08	17,976	29,154	143,548
Sep-08	18,674	29,207	155,600
Oct-08	18,416	30,527	160,738
Nov-08	18,167	27,901	149,578
Dec-08	23,807	35,199	115,227
Jan-09	13,522	18,563	121,442
Feb-09	14,247	20,114	107,858

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการสร้างสมการค่าพยากรณ์ และผลการพยากรณ์จากโปรแกรม  
สำเร็จรูป *ForecastX* ด้วยวิธีพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการ  
วิเคราะห์การถดถอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟแสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูลยอดขายรถยนต์นั่งเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยที่ได้จากโปรแกรม *Forecast X*

Multiple Regression -- Result Formula					
$SC = 0. + ((DM) * 0.038678) + ((HWS) * 0.01548) + ((REG) * 0.950249)$					
Forecast -- Multiple Regression Selected					
Date	Monthly	Forecast Quarterly	Annual	2.5% - 97.5% Upper	2.5% - 97.5% Lower
ม.ค.-2010	22,383.68			24,942.23	19,825.14
ก.พ.-2010	25,866.97			28,537.10	23,196.84
มี.ค.-2010	28,848.74	77,099.40		31,516.34	26,181.14
เม.ย.-2010	27,108.30			29,777.73	24,438.87
พ.ค.-2010	28,544.22			31,196.76	25,891.69
มิ.ย.-2010	28,133.09	83,785.62		30,758.02	25,508.17
ก.ค.-2010	27,073.20			29,703.92	24,442.48
ส.ค.-2010	27,334.13			29,966.49	24,701.78
ก.ย.-2010	28,086.23	82,493.56		30,765.68	25,406.78
ต.ย.-2010	26,855.87			29,521.63	24,190.12
พ.ย.-2010	25,517.29			28,111.19	22,923.39
ธ.ค.-2010	33,566.86	85,940.02	329,318.60	36,148.23	30,985.49
ม.ค.-2011	23,810.98			26,365.24	21,256.71
ก.พ.-2011	27,506.26			30,179.39	24,833.14
มี.ค.-2011	30,668.34	81,985.58		33,338.58	27,998.10
เม.ย.-2011	28,808.51			31,476.46	26,140.57
พ.ค.-2011	30,325.87			32,977.39	27,674.35
มิ.ย.-2011	29,880.30	89,014.68		32,498.76	27,261.84
ก.ค.-2011	28,745.53			31,372.21	26,118.85
ส.ค.-2011	29,013.93			31,641.12	26,386.74
ก.ย.-2011	29,802.84	87,562.31		32,484.04	27,121.65
ต.ย.-2011	28,488.82			31,155.15	25,822.48
พ.ย.-2011	27,061.97			29,656.43	24,467.51
ธ.ค.-2011	35,590.64	91,141.43	349,703.99	38,158.99	33,022.29
<b>Avg</b>	28,292.61	84,877.82	339,511.30	30,927.05	25,658.17
<b>Max</b>	35,590.64	91,141.43	349,703.99	38,158.99	33,022.29
<b>Min</b>	22,383.68	77,099.40	329,318.60	24,942.23	19,825.14
Summary Comments					
The forecast has an average error of				6.24%	
The data has a standard deviation of				4,044.54	
The forecast exceeds the accuracy of a simple average by				90.94%	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยที่ได้จากโปรแกรม *Forecast X*

Audit Trail -- ANOVA Table (Multiple Regression Selected)								
Source of								
Variation	SS	df	MS	SEE				
Regression	1,413,177,100.24	3	471,059,033.41					
Error	140,860,401.50	93	1,514,627.97	1,230.70				
Total	1,554,037,501.74	96						
Audit Trail -- Coefficient Table (Multiple Regression Selected)								
Series	Included		Standard					Overall
Description	In Model	Coefficient	Error	T-test	P-value	F-test	Elasticity	F-test
SC	Dependent	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		311.01
DM	Yes	0.04	0.08	0.48	0.64	0.23	0.04	
HWS	Yes	0.02	0.08	0.20	0.84	0.04	0.02	
REG	Yes	0.95	0.08	12.10	0.00	148.38	0.95	
Audit Trail -- Correlation Coefficient Table								
Series	Included							
Description	In Model	SC	DM	HWS	REG			
SC	Dependent	1.00	0.85	0.85	0.95			
DM	Yes	0.85	1.00	0.88	0.87			
HWS	Yes	0.85	0.88	1.00	0.88			
REG	Yes	0.95	0.87	0.88	1.00			
Audit Trail -- Coefficient Determination Table								
Series	Included							
Description	In Model	SC	DM	HWS	REG			
SC	Dependent	1.00	0.73	0.72	0.91			
DM	Yes	0.73	1.00	0.78	0.78			
HWS	Yes	0.72	0.78	1.00	0.77			
REG	Yes	0.91	0.78	0.77	1.00			
Audit Trail -- Covariance Table								
Series	Included							
Description	In Model	SC	DM	HWS	REG			
SC	Dependent	16,358,289.49	10,767,079.74	13,197,023.25	14,350,271.03			
DM	Yes	10,767,079.74	9,782,813.63	10,600,801.60	10,116,664.32			
HWS	Yes	13,197,023.25	10,600,801.60	14,776,013.27	12,589,877.06			
REG	Yes	14,350,271.03	10,116,664.32	12,589,877.06	13,635,176.37			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยที่ได้จากโปรแกรม *Forecast X*

Audit Trail - Statistics							
Accuracy Measures			Value	Forecast Statistics			Value
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)			6.24%	Mean			15,859.45
Sum Squared Error (SSE)			140,860,401.50	Median			15,413.00
R-Square			90.94%	Standard Deviation			4,044.54
Adjusted R-Square			90.64%	Variance			16,358,289.49
Chi-Square			0.00	Mean Absolute Deviation			2,873.05
Mean Absolute Error			964.02	Sum Squared Deviation			1,554,037,501.74
Mean Error			-38.59	Mean Square Deviation			16,187,890.64
Mean Square Error			1,467,295.85	Root Mean Square			4,023.42
Root Mean Square Error			1,211.32	Auto-Correlation			0.45
Standard Deviation of Error			1,217.68	Auto-Covariance			7,321,223.60
Theil			0.36	Coefficient of Variation			25.50
Method Statistics			Value				
Method Selected			Multiple Regression				
ForecastX Configuration Parameters							
Item			Value				
Data Range Selected			[Combine Regress.xls]Car1\$A\$1:\$E\$97				
Time scale for data			Monthly				
Periods to forecast			24				
Seasonal Length							
Replace Outliers Activated			No				
Replace Outliers Standard Deviations							
Replace Outliers Forecasting Technique							
Replace Missing Values			No				
Replace Missing Values (Lower Limit)							
Replace Missing Values (Upper Limit)							
Remove Leading Zeros			No				
Remove Trailing Zeros			No				
Use Holdback Evaluation			No				
Holdback Evaluation Period							
Apply Tracking Signal			No				
Apply Tracking Signal (Under Forecast Percentage)							
Apply Tracking Signal (Over Forecast Percentage)							
Forecast Method Selected			Multiple Regression				
Report Details							
Run Date: 29/5/2553 18:23							
Author: John Galt Development, Inc.							
Note: ForecastX							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวสุดาภรณ์ ภูแพร
วัน เดือน ปีเกิด	21 มิถุนายน 2527
สถานที่เกิด	สิงห์บุรี
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต
ปีการศึกษาที่จบ	2549



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้