การพยากรณ์ยอดขายของสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดในกลุ่มตัวแทนจำหน่าย

น.ส.เพ็ญพิชชา สง่าวงษ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Sales Forecasting for industrial economical-price product in distributor segment

Miss Penpischa Sa-ngawong

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพยากรณ์ยอดขายของสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดในกลุ่มตัวแทนจำหน่าย
โดย	น.ส.เพ็ญพิชชา สง่าวงษ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศิษฎ์ จารุมณีโรจน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศิษฎ์ จารุมณีโรจน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐ์ ลีละวัฒน์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ชาญสง่าเวช)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เพ็ญพิชชา สง่าวงษ์ : การพยากรณ์ยอดขายของสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดในกลุ่มตัวแทนจำหน่าย. (Sales Forecasting for industrial economical-price product in distributor segment) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.พิศิษฏ์ จารุมณีโรจน์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดในกลุ่มตัวแทนจำหน่าย ตลอดจนเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อยอดขายในแต่ละรายการสินค้า และลูกค้าแต่ละประเภท โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับกลยุทธ์การขาย และส่งเสริมให้ยอดขายเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ สำหรับรูปแบบการพยากรณ์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ จะอ้างอิงจากจำนวนชิ้น และยอดขายเป็นหลัก โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลยอดขายของสินค้าดังกล่าวในช่วง ค.ศ. 2018 - 2019 แล้วนำมาพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบต่าง ๆ 5 วิธีการ ได้แก่ วิธีนาอีฟสำหรับข้อมูลอนุกรมฤดูกาล (Seasonal Naïve Method) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series) วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing) และวิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA

เมื่ออ้างอิงจากค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) ผู้วิจัยพบว่า วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นวิธีที่ให้ค่า MAPE น้อยที่สุด อย่างไรก็ดี วิธีการดังกล่าวกลับเป็นวิธีที่ใช้ทรัพยากร และข้อมูลในการคำนวณจำนวนมาก จึงไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์แบบรายเดือน หากแต่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อยอดขายเพื่อปรับกลยุทธ์การขายในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์นั้น เป็นวิธีที่ให้ค่า MAPE น้อยที่สุดเป็นลำดับถัดมา วิธีดังกล่าวกลับมีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์แบบรายเดือนมากกว่า เนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรับค่าปัจจัยต่างๆ ที่สามารถดำเนินการได้ง่าย ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้วิธีการดังกล่าวในการพยากรณ์สำหรับสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดในกลุ่มตัวแทนจำหน่ายของบริษัทกรณีศึกษาเป็นหลัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6170948221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORD: forecasting

Penpischa Sa-ngawong : Sales Forecasting for industrial economical-price product in distributor segment. Advisor: Asst. Prof. PISIT JARUMANEEROJ, Ph.D.

This research focused on the study of forecasting techniques that well suited industrial economical-price products in the distributor segment, as well as the study of factors that potentially affected sales volume of each product and customer type. The results of this research would be beneficial for the alteration of sales strategy, which, in turn, helped the company achieve its sales target. In doing so, two forecasting settings were explored based on sales quantity and sales volume between 2018 – 2020, each with five forecasting techniques, namely Seasonal Naïve Method, Moving Average, Multiple Regression with time series, Winters' Exponential Smoothing, and ARIMA.

Based on the values of Mean Absolute Percentage Error (MAPE), we found that Multiple regression with time series gave the lowest MAPE. However, it demanded a lot of computational resources and data. The practicality of such a method was then limited, especially for the monthly forecast – but, it was notably useful in the analysis of sales-related factors for the alteration of long-term sales strategy. We also found that, while Winters' Exponential Smoothing was slightly inferior in terms of MAPE, it was more suitable for the monthly forecast due to its flexibility and ease of parameter adjustments. Accordingly, Winters' Exponential Smoothing was therefore recommended as the main forecasting technique for the underlying products of the case study company.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Industrial Engineering	Student's Signature .....
Academic Year:	2020	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความรู้ และแนวความคิดที่คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยคอยสอนและให้คำแนะนำ และขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศิษฎ์ จารุมณีโรจน์ ที่สละเวลาอันมีค่า และได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ คำปรึกษา แนวความคิด ชี้แนะแนวทาง ความคิดเห็น ให้อิสระในการทำงาน ให้ความเข้าใจนึกถึงนิสิตก่อนเสมอ อีกทั้งยังคอยเอาใจใส่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ ประธานกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐ์ ลีละวัฒน์ กรรมการสอบ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ชาญสง่าเวช กรรมการภายนอกมหาลัย ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางให้การแก้ไขปรับปรุงวิทยานิพนธ์ รวมถึงตรวจสอบข้อผิดพลาด ข้อบกพร่องทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณมารดา และครอบครัวที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จ รวมถึงบริษัทกรณีศึกษาที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล, เปิดโอกาสให้เผยแพร่วิทยานิพนธ์ และนำผลงานวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อบริษัทต่อไป ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ของการจัดทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

เพ็ญพิชชา สง่าวงษ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูป ..... ฎ

บทที่ 1 16

1.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา 20

1.2 ช่องทางการจำหน่ายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา 28

1.3 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 36

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 38

1.5 ขอบเขตการวิจัย 38

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ 39

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 39

บทที่ 2 40

2.1 การพยากรณ์ (Forecasting) (กรินทร์, 2019) 40

2.2 การพยากรณ์ยอดขาย (Sales Forecasting) (นิภา, 2006) 40

2.3 ประเภทของการพยากรณ์ (กรินทร์, 2019) 40

2.4 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์ (Hanke & Wichern, 2013) 45

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 47

บทที่ 3 51

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 วิเคราะห์ข้อมูลยอดขายเพื่อเลือกประเภทสินค้าและประเภทลูกค้าที่สนใจ 51
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ และพยากรณ์ 55
3.4 หลักการในการเลือกวิธีการพยากรณ์ 56
3.5 ขั้นตอนการพยากรณ์ 57
บทที่ 4 59
4.1 วิธีนาอีฟสำหรับข้อมูลอนุกรมฤดูกาล (Naïve for seasonal) 59
4.2 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) 60
4.3 วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing) 62
4.4 วิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA 65
4.5 วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series Analysis) 68
บทที่ 5 97
5.1 สรุปผลงานวิจัย 97
5.2 อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 99
บรรณานุกรม 103
ประวัติผู้เขียน 106

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แสดงรูปแบบข้อมูล และค่าความผิดพลาด MAPE ของการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal แบบจำนวนชิ้น 35

ตารางที่ 1.2 แสดงรูปแบบข้อมูล และค่าความผิดพลาด MAPE ของการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal แบบยอดขาย 36

ตารางที่ 3.1 แสดงค่า GDP แต่ละ Quarter ตั้งแต่ปีค.ศ. 2018-2020 (Monetary policy report, March 2019-2021:Bank of Thailand) 55

ตารางที่ 4.1 รูปแบบของสูตรที่ใช้งานในโปรแกรม Microsoft Excel 59

ตารางที่ 4.2 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์แบบนาอีฟแบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย 60

ตารางที่ 4.3 รูปแบบของสูตรการพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA(3)) ในโปรแกรม Microsoft Excel 61

ตารางที่ 4.4 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบจำนวนชิ้น และยอดขาย 62

ตารางที่ 4.5 รูปแบบของสูตรการพยากรณ์วิธีวิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ในโปรแกรม MS Excel 63

ตารางที่ 4.6 ค่าปรับให้เรียบ (การพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น) 64

ตารางที่ 4.7 ค่าปรับให้เรียบ (การพยากรณ์แบบยอดขาย) 64

ตารางที่ 4.8 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์แบบจำนวนชิ้น 65

ตารางที่ 4.9 ค่า p, d, q (การพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น) 67

ตารางที่ 4.10 ค่า p, d, q (การพยากรณ์แบบยอดขาย) 67

ตารางที่ 4.11 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธี ARIMA แบบจำนวนชิ้น และยอดขาย 68

ตารางที่ 4.12 Analysis of Variance ของสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขาย ก่อนทำ Stepwise 70

ตารางที่ 4.13 Analysis of Variance ของสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขาย หลังทำ Stepwise 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.14 ความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจสำหรับตัวแปรอิสระหลายตัว (Coefficient of multiple determination, R2) 71

ตารางที่ 4.15 ค่า R ของการพยากรณ์แบบ multiple regression ของสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขาย 72

ตารางที่ 4.16 สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา สำหรับการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น 74

ตารางที่ 4.17 สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา สำหรับการพยากรณ์แบบยอดขาย 74

ตารางที่ 4.18 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาแบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย 75

ตารางที่ 4.19 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น 75

ตารางที่ 4.20 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์แบบยอดขาย 76

ตารางที่ 4.21 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของกลุ่มที่ค่า MAPE ของการพยากรณ์แต่ละวิธีค่อนข้างสูง 78

ตารางที่ 4.22 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของกลุ่มที่ค่า MAPE ของการพยากรณ์แต่ละวิธีใกล้เคียงกัน 80

ตารางที่ 4.23 ค่า MAPE เฉลี่ยของผลการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย 85

ตารางที่ 4.24 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) และชุดที่สอง (Testing data) 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ C&S1 86

ตารางที่ 4.25 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) และชุดที่สอง (Testing data) 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น 91

ตารางที่ 4.26 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) และชุดที่สอง (Testing data) 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขาย 92

ตารางที่ 4.27 สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา สำหรับการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น (ปรับเปลี่ยนสมการทุก 6 เดือน) 95

ตารางที่ 4.28 สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา สำหรับการพยากรณ์แบบยอดขาย (ปรับเปลี่ยนสมการทุก 6 เดือน) 95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.29 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) และชุดที่สอง (Testing data) วิธี Multiple regression ปรับสมการ 1 ปี และ 6 เดือน แบบขำนวนชิ้น และแบบยอดขาย 96

ตารางที่ 5.1 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธีที่เลือกใช้แบบจำนวนชิ้น 100

ตารางที่ 5.2 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธีที่เลือกใช้แบบยอดขาย 101

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 วิวัฒนาการของประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0) 16

รูปที่ 1.2 เป้าหมาย 4 องค์ประกอบที่ทำการยกระดับ 17

รูปที่ 1.3 กราฟแสดงข้อมูลจำนวนชิ้นของสินค้า Drive 1 ของบริษัทกรณีศึกษา 22

รูปที่ 1.4 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า Drive 1 ของบริษัทกรณีศึกษา.... 22

รูปที่ 1.5 กราฟแสดงข้อมูลจำนวนชิ้นสินค้า Drive 2 ของบริษัทกรณีศึกษา..... 23

รูปที่ 1.6 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า Drive 2 ของบริษัทกรณีศึกษา.... 23

รูปที่ 1.7 กราฟแสดงข้อมูลจำนวนชิ้นสินค้า C&S 1 ของบริษัทกรณีศึกษา..... 24

รูปที่ 1.8 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า C&S 1 ของบริษัทกรณีศึกษา..... 24

รูปที่ 1.9 กราฟแสดงข้อมูลจำนวนชิ้นสินค้า C&S 2 ของบริษัทกรณีศึกษา..... 24

รูปที่ 1.10 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า C&S 2 ของบริษัทกรณีศึกษา ... 25

รูปที่ 1.11 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายของสินค้า Drive 1 บริษัทกรณีศึกษา 25

รูปที่ 1.12 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า Drive 1 ของบริษัทกรณีศึกษา.. 25

รูปที่ 1.13 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายสินค้า Drive 2 ของบริษัทกรณีศึกษา 26

รูปที่ 1.14 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า Drive 2 ของบริษัทกรณีศึกษา.. 26

รูปที่ 1.15 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายสินค้า C&S 1 ของบริษัทกรณีศึกษา 27

รูปที่ 1.16 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า C&S 1 ของบริษัทกรณีศึกษา ... 27

รูปที่ 1.17 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายสินค้า C&S 2 ของบริษัทกรณีศึกษา 27

รูปที่ 1.18 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า C&S 2 ของบริษัทกรณีศึกษา ... 28

รูปที่ 1.19 แผนผังแสดงช่องทางการจัดจำหน่ายของลูกค้าแต่ละประเภท..... 29

รูปที่ 1.20 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นของลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา
..... 30

Chulalongkorn University

รูปที่ 1.21 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไป 30
รูปที่ 1.22 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นของลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทางของบริษัทกรณีศึกษา 31
รูปที่ 1.23 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทาง 31
รูปที่ 1.24 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นของลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรมของบริษัทกรณีศึกษา 31
รูปที่ 1.25 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรม 32
รูปที่ 1.26 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายของลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา 32
รูปที่ 1.27 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไป ... 33
รูปที่ 1.28 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายของลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทางของบริษัทกรณีศึกษา 33
รูปที่ 1.29 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทาง 34
รูปที่ 1.30 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายของลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรมของบริษัทกรณีศึกษา 34
รูปที่ 1.31 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรม 35
รูปที่ 1.32 แผนผังแสดงห่วงโซ่อุปทานของบริษัทกรณีศึกษา 37
รูปที่ 3.1 กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนยอดขายของสินค้าแต่ละประเภท 51
รูปที่ 3.2 กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนยอดขายของลูกค้าประเภทซื้อตรง และซื้อผ่านตัวแทนขาย 52
รูปที่ 3.3 กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนยอดขายของลูกค้าแต่ละประเภท 52
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการพยากรณ์ 58
รูปที่ 4.1 กราฟ ACF และPACF ของสินค้า C&S1 แบบจำนวนชิ้น 66
รูปที่ 4.2 กราฟ ACF และPACF ของสินค้า C&S1 แบบจำนวนชิ้นหลังจากการหาผลต่างที่ d = 2 . 66

Chulalongkorn University

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ Drive 1 76

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ Drive1 77

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ Drive2 78

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนทางอุตสาหกรรม 79

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ C&S1 79

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ C&S1 80

รูปที่ 4.9 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ C&S2 81

รูปที่ 4.10 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนทั่วไป 81

รูปที่ 4.11 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนเฉพาะทาง 82

รูปที่ 4.12 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของ Drive1 82

รูปที่ 4.13 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของ Drive2 82

รูปที่ 4.14 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 2 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของ C&S1 83

รูปที่ 4.15 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของ C&S2 83

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.16 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนทั่วไป 83

รูปที่ 4.17 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนเฉพาะทาง 84

รูปที่ 4.18 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนทางอุตสาหกรรม 84

รูปที่ 4.19 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของC&S1รวมข้อมูลชุดทดสอบ 85

รูปที่ 4.20 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของDrive1รวมข้อมูลชุดทดสอบ 86

รูปที่ 4.21 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของDrive2รวมข้อมูลชุดทดสอบ 87

รูปที่ 4.22 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของC&S2รวมข้อมูลชุดทดสอบ 87

รูปที่ 4.23 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนทั่วไปรวมข้อมูลชุดทดสอบ 87

รูปที่ 4.24 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนเฉพาะทางรวมข้อมูลชุดทดสอบ 88

รูปที่ 4.25 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนทางอุตสาหกรรมรวมข้อมูลชุดทดสอบ 88

รูปที่ 4.26 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของDrive1รวมข้อมูลชุดทดสอบ 88

รูปที่ 4.27 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของDrive2 รวมข้อมูลชุดทดสอบ 89

รูปที่ 4.28 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของC&S1รวมข้อมูลชุดทดสอบ 89

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.29 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของ C&S2รวมข้อมูลชุดทดสอบ..... 89

รูปที่ 4.30 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนทั่วไปรวมข้อมูลชุดทดสอบ 90

รูปที่ 4.31 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนเฉพาะทาง รวมข้อมูลชุดทดสอบ 90

รูปที่ 4.32 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนทางอุตสาหกรรมรวมข้อมูลชุดทดสอบ..... 90

รูปที่ 4.33 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้น Drive1 ปีค.ศ. 2018-2020 ของบริษัทกรณีศึกษา 93

รูปที่ 4.34 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นตัวแทนทางอุตสาหกรรม ปีค.ศ. 2018-2020 ของบริษัทกรณีศึกษา..... 93

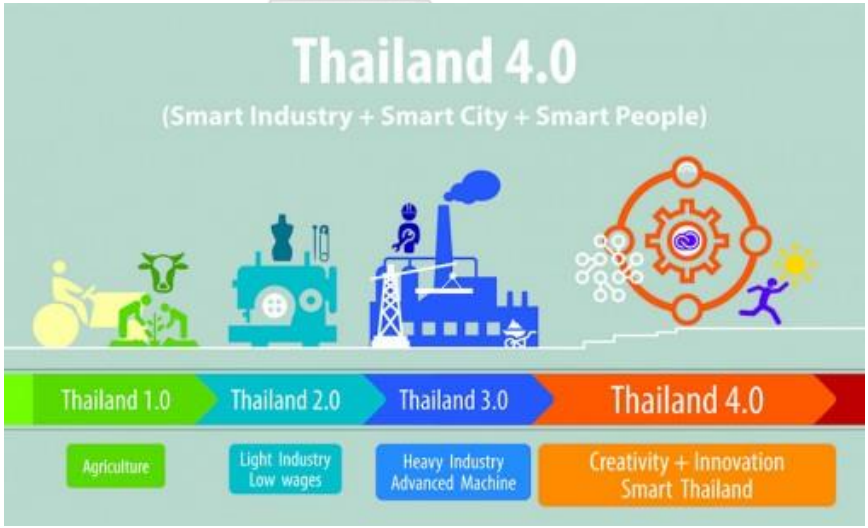
รูปที่ 4.35 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้น C&S 1 ปีค.ศ. 2018-2020 ของบริษัทกรณีศึกษา 94

รูปที่ 4.36 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นตัวแทนทั่วไป ปีค.ศ. 2018-2020 ของบริษัทกรณีศึกษา..... 94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

Thailand 4.0 เป็นวิสัยทัศน์เชิงนโยบายเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยมุ่งไปที่การเปลี่ยนเศรษฐกิจแบบดั้งเดิมไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (Value–Based Economy) เปลี่ยนจากการผลักดันสินค้าโภคภัณฑ์ไปสู่สินค้าเชิงนวัตกรรม, เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนด้วยภาคอุตสาหกรรมเป็นการขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและความสร้างสรรค์ รวมถึงเปลี่ยนจากการขับเคลื่อนภาคการผลิตสินค้าเป็นการขับเคลื่อนภาคบริการมากขึ้น ทั้งนี้ประเทศไทยได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง จากรูปที่ 1.1 ตั้งแต่ยุค Thailand 1.0 เน้นไปที่การเกษตรเป็นหลัก, ยุค Thailand 2.0 มุ่งเน้นอุตสาหกรรมเบาประเภทการผลิตเครื่องหนัง, เครื่องดื่ม, เครื่องประดับ, เครื่องนุ่งห่ม, กระเป๋า และต่อมาประเทศไทยได้เริ่มเข้าสู่ยุค Thailand 3.0 เริ่มมุ่งเน้นอุตสาหกรรมหนัก และการส่งออกโดยอาศัยเทคโนโลยีจากต่างประเทศ แต่ประเทศไทยยังคงอยู่ในประเทศรายได้ระดับปานกลาง หากพิจารณาจากสถิติเศรษฐกิจปี พ.ศ.2500-2536 เศรษฐกิจไทยเติบโตถึง 7-8% ต่อปี แต่ตั้งแต่ปี พ.ศ.2537 เศรษฐกิจไทยเติบโตเพียง 3-4% ต่อปีเท่านั้น เพื่อให้ประเทศไทยสามารถก้าวเดินต่อไปสู่ยุคเศรษฐกิจ 4.0 อย่างยิ่งยืน ธุรกิจจำเป็นต้องปรับนโยบายของประเทศให้เข้ากับยุคสมัยในอนาคต (Wiboonyasake, 2019)



รูปที่ 1.1 วิวัฒนาการของประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0)

(ที่มา: http://www.cioworldmagazine.com/)

ทั้งนี้แนวนโยบายในการยกระดับเศรษฐกิจไทยมีองค์ประกอบโดยทั่วไปดังแสดงในรูปที่ 1.2 ซึ่งประกอบไปด้วย

- เกษตรแบบดั้งเดิมจะถูกยกระดับไปสู่เกษตรสมัยใหม่ที่มุ่งเน้นการบริหารจัดการ และการใช้เทคโนโลยีในการทำเกษตรสมัยใหม่

- SMEs แบบดั้งเดิมจะถูกยกระดับไปสู่ Smart Enterprises และ Startups ที่มีศักยภาพสูง โดยการนำเทคโนโลยีทางด้าน IT และระบบอัตโนมัติต่าง ๆ มาช่วยในการพัฒนาศักยภาพ

- การบริการแบบดั้งเดิมที่มีมูลค่าค่อนข้างต่ำจะถูกยกระดับไปสู่บริการที่มีมูลค่าสูง

- แรงงานทักษะต่ำจะถูกยกระดับไปสู่แรงงานที่มีความรู้ และทักษะสูง

รูปที่ 1.2 เป้าหมาย 4 องค์ประกอบที่ทำการยกระดับ

(ที่มา: https://www.admissionpremium.com/content/)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อนโยบายของประเทศเปลี่ยนไปย่อมส่งผลต่อผู้ประกอบการโดยตรง โดยเฉพาะผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมการผลิตจำเป็นต้องปรับตัวให้สามารถดำเนินธุรกิจต่อไปได้อย่างเข้มแข็ง และยั่งยืน โรงงานอุตสาหกรรมต้องหันมาปรับเปลี่ยนเครื่องมือ รวมถึงสินค้าอุตสาหกรรมที่ใช้ในโรงงานให้ทันกับยุคสมัย อย่างไรก็ตามเนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมมีหลากหลายประเภท การคาดการณ์ความต้องการของสินค้าอุตสาหกรรมที่ใช้ภายในโรงงานต่าง ๆ จึงเป็นไปด้วยความยากลำบาก และมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบค่อนข้างมาก ส่วนใหญ่การพยากรณ์จะอาศัยประสบการณ์ของผู้ทำงานเพื่อคาดการณ์ความต้องการของสินค้า และยังไม่สามารถทราบอย่างแน่ชัดว่าปัจจัยใดที่ส่งผลต่อความต้องการสินค้า และส่งผลมากน้อยอย่างไร นอกจากนี้การปรับเปลี่ยนโรงงานเพื่อให้สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ Thailand 4.0 ก็มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่อนข้างสูง ทำให้สินค้ากลุ่มราคาประหยัดจึงเป็นสินค้าที่ได้รับความสนใจในช่วงเปลี่ยนถ่าย สินค้าดังกล่าวถูกผลิตจากแนวคิดที่ต้องการให้ทุก ๆ โรงงานสามารถเข้าสู่ยุค Thailand 4.0 ได้อย่างคุ้มค่าที่สุด

นอกเหนือจากการเลือกกลุ่มสินค้าอุตสาหกรรมที่เหมาะสมแล้ว การบริหารจัดการสินค้าคงคลังเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ไม่อาจมองข้าม ทั้งคลังสินค้า สถานที่พักเก็บรักษาสินค้าคงคลังให้อยู่ในสภาพดี พร้อมที่จะนำไปใช้ในกระบวนการต่อไป ไม่ว่าจะเป็นการผลิต การจัดจำหน่าย มีส่วนสำคัญที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในหลายส่วนขึ้นอยู่กับประเภทของสินค้าคงคลังที่จัดเก็บ เช่น วัตถุดิบ (Raw Material, RM), งานระหว่างผลิต (Work in Process, WIP), สินค้าสำเร็จรูป (Finish Goods, FG) และวัสดุซ่อมบำรุง (Spare Parts Inventory, SPI)

การจัดการสินค้าคงคลัง (Inventory management) มีความสัมพันธ์กับการบริหารคลังสินค้า (Warehouse Management) ถูกออกแบบมาให้รองรับการผลิตส่วนเกิน รวมไปถึงกลยุทธ์ทางการตลาดในการกระจายสินค้า ทำให้มีประสิทธิภาพในการจัดเตรียมวัตถุดิบให้กับสายการผลิต และการกระจายสินค้าให้กับลูกค้าได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการ สามารถจัดส่งได้ตรงตามเวลาที่กำหนด การจัดการสินค้าคงคลังถือเป็นกิจกรรมหลักของกระบวนการห่วงโซ่อุปทาน (พิภพ, 2016)

ห่วงโซ่อุปทานมีสินค้าคงคลังแฝงอยู่ในหลากหลายส่วนทั้งในส่วนของวัตถุดิบก่อนการผลิต และสินค้าสำเร็จรูปที่เตรียมจัดส่งให้กับผู้บริโภค ปัจจัยที่ทำให้จำเป็นต้องมีสินค้าคงคลังมีหลายปัจจัย เช่น

- การประหยัดจากขนาด (Achieving Economics of Scale) เนื่องจากการขนส่งวัตถุดิบในแต่ละครั้งมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง การจัดซื้อ รวมถึงการขนส่งวัตถุดิบจำนวนมากจะทำให้มีอำนาจต่อรอง และใช้พื้นที่การขนส่งได้อย่างเต็มพิกัด ส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำลง อย่างไรก็ตามการใช้กลยุทธ์ประหยัดจากขนาดจะทำให้เกิดสินค้าคงคลังจำนวนมาก กลยุทธ์นี้จะประสบผลสำเร็จเมื่อมีการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุดิบกับผลประโยชน์ที่ได้จากการสั่งวัตถุดิบจำนวนมาก

- การจัดการความสมดุลของซัพพลายเออร์ (Supplier Balancing) ต้องคำนึงถึงขีดความสามารถในการส่งมอบวัตถุดิบที่ตรงต่อเวลา ส่งผลให้บริษัทมีสินค้าคงคลังในปริมาณที่เหมาะสมต่อความสมดุลของอุปสงค์และอุปทาน

- ปัจจัยสินค้าตามฤดูกาล (Season Stock) วัตถุดิบบางอย่างมีมากในบางช่วงเวลาของแต่ละรอบปี หรือสินค้าบางประเภทที่ต้องมีการผลิตไว้เพื่อจำหน่ายในช่วงเวลาต่าง ๆ ฝ่ายการผลิต และการตลาดจะต้องมีการเตรียมการแผนการผลิต จัดจำหน่ายให้เหมาะสม จึงหลีกเลี่ยงที่จะเก็บสินค้าคงคลังของสินค้าดังกล่าวไม่ได้ ยกตัวอย่างเช่น สินค้าเกษตร, สินค้าประมง, สินค้าตามเทศกาลคริตส์มาส และปีใหม่

- สินค้าที่เก็บเพื่อเก็งกำไร (Speculative Stock) เป็นสินค้าคงคลังที่เกิดจากการเก็งกำไรมาจากการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า, ปริมาณของวัตถุดิบในอนาคต อาจเกิดการขาดแคลน หรือมีความแปรผันทางราคาสูงขึ้น รวมถึงการพยากรณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น เช่น เหตุการณ์ทางการเมือง หรือเหตุการณ์โรคระบาดต่าง ๆ ซึ่งการเก็งราคาจะประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับความแม่นยำของการพยากรณ์

- สินค้าส่วนเกินเผื่อขาด (Buffer Stock) เป็นสินค้าคงคลังที่เก็บไว้ในปริมาณหนึ่งเพื่อรับมือกับความไม่แน่นอนทั้งความต้องการของลูกค้า และความแปรปรวนของระยะเวลาในการจัดส่งสินค้าทั้งผู้ซื้อผู้ขาย (Lead time) สินค้าคงคลังจึงค่อนข้างจำเป็นต่อองค์กรที่ต้องมีปริมาณ Buffer Stock หรือ Safety Stock จำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในการพยากรณ์และควบคุมปริมาณสินค้า

- การเก็บสินค้ามีความสำคัญกับปริมาณการจัดซื้อและระยะเวลาในการส่งมอบสินค้า (Economic Order Quantity, EOQ) การผลิตอย่างสม่ำเสมอส่งผลให้มีสภาพการจ้างงานอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการประหยัดต่อทักษะแรงงาน (Economy of Skill Labor) ซึ่งเหมาะสมกับการผลิตที่ใช้แรงงานจำนวนมาก ส่งผลให้แรงงานเกิดทักษะในการผลิต เพื่อจะจัดการให้แรงงานมีการผลิตอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องมีการบริหารสินค้าคงคลังให้เหมาะสมกับระยะเวลาการผลิต, การส่งมอบสินค้าหรือขนส่ง เพื่อไม่ให้การผลิตเกิดการหยุดชะงัก

วัตถุประสงค์สำคัญในการจัดการสินค้าคงคลัง เป็นการลดต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลังให้มากที่สุด ทุกกิจการต้องการลดต้นทุนแต่ยังคงประสิทธิภาพในการส่งมอบสินค้าเพื่อไม่ให้เสียโอกาสในการขาย โดยการขจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ไม่มีมูลค่าเพิ่ม (No Value added) และส่งผลให้สินค้าคงคลังเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ปรัชญาของการบริหารจัดการสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพ คือมีสินค้าคงคลังให้เก็บน้อยที่สุด หรือไม่มีสินค้าคงคลังเลย สามารถช่วยทั้งด้านต้นทุนเงินทุน, ต้นทุนค่าดูแลสินค้าคงคลัง, ต้นทุนพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง, ต้นทุนค่าเสียโอกาส, ต้นทุนจากความเสี่ยงด้านราคา และคุณภาพที่เกิดจากการเก็บสินค้าคงคลัง โดยค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังประกอบด้วย สินค้าคงคลัง (Inventory Carrying Cost) เป็นต้นทุนในการถือครองสินค้า คือ ดอกเบี้ย, เงินทุนหมุนเวียน, ค่าเสียโอกาสที่เงินทุนจะไปจมที่สินค้า, ค่าประกันสินค้า และค่าเสื่อมราคา รวมถึงต้นทุนการบริหารคลังสินค้า (Warehouse Cost) เป็นต้นทุนในการดำเนินกิจกรรมการให้บริการภายในคลังสินค้า การจัดเก็บสินค้า การเลือกสถานที่ตั้งของโรงงานและคลังสินค้า มีลักษณะเดียวกับต้นทุนการขนส่งที่ผู้ประกอบการดำเนินการเองที่เรียกว่า Inhouse และการจ้างผู้อื่นการดำเนินการหรือเช่าที่ผู้อื่น ที่เรียกว่า Outsource และต้นทุนการใช้จ่ายจากสินค้าขาดแคลน (Shortage Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการที่สินค้าคงคลังมีไม่เพียงพอต่อการผลิต และการจำหน่าย ทำให้ลูกค้ายกเลิกการสั่งซื้อ ขาดรายรับที่ควรจะได้ บริษัทเสียชื่อเสียง หากลูกค้าต้องการใช้สินค้าเร่งด่วน ลูกค้าจะหันไปใช้สินค้าของคู่แข่ง ทำให้เป็นการเพิ่มฐานลูกค้าให้กับคู่แข่ง และเป็นการยากที่จะเปลี่ยนกลับมาใช้งานสินค้าของบริษัทเรา รวมถึงการที่วัตถุดิบไม่เพียงพอต่อการผลิตทำให้สายการผลิตต้องหยุดชะงัก เกิดการว่างงานของเครื่องจักร และพนักงาน ซึ่งต้นทุนในส่วนนี้จะแปรผกผันกับต้นทุนในการถือครองสินค้าคงคลัง เพราะหากมีสินค้าคงคลังมาก ต้นทุนการใช้จ่ายจากสินค้าที่ขาดแคลนจะน้อย และหากมีสินค้าคงคลังน้อย ทำให้มีโอกาสขาดแคลนได้มากกว่า ขึ้นอยู่กับปริมาณการขาดแคลน ระยะเวลาที่เกิดการขาดแคลน เช่น คำสั่งซื้อพิเศษที่ต้องเพิ่มความรวดเร็วในการจัดส่งทางอากาศ หรือแบบพิเศษที่ทำให้การจัดส่งเร็วขึ้น เพื่อนำมาใช้แบบฉุกเฉิน รวมไปถึงค่าปรับที่ต้องทำการชำระให้กับลูกค้าเนื่องจากการส่งสินค้าล่าช้า และค่าเสียโอกาสในการจำหน่ายสินค้า โดยทั่วไปค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสินค้าคงคลังสำหรับธุรกิจที่ไม่ได้เตรียมการจัดการที่ดี จะเป็นหนึ่งในสาม

ของทรัพย์สินรวมของบริษัท ซึ่งในบางบริษัทสินค้าคงคลังจะมีปริมาณมาก และปรากฏในงบดุล การจัดการธุรกิจจึงเน้นความสำคัญกับการจัดการสินค้าคงคลัง เพื่อลดต้นทุนในส่วนของสินค้าคงคลังให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผลิต และจัดจำหน่ายอุปกรณ์อุตสาหกรรมประเภทอุปกรณ์ในการสร้างระบบตู้ , ผู้ผลิตเครื่องจักร และผู้ทำระบบ โดยมีสินค้า 5 กลุ่ม ได้แก่

-. อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับบ้านเรือน (Home)

- อุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบอัตโนมัติสำหรับตึกและอาคาร (Building)

- อุปกรณ์สำหรับทำระบบศูนย์รวมข้อมูล (Data Center)

- อุปกรณ์สำหรับทำระบบโครงสร้างพื้นฐาน และระบบเมือง (Infrastructure & Cities)

- อุปกรณ์สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม (Industry)

สินค้าแต่ละกลุ่มสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สินค้าราคาปกติ และสินค้าราคาประหยัด โดยสินค้าราคาปกติเป็นสินค้าที่มีคุณภาพสูงได้รับการรับรองด้วยมาตรฐานนานาชาติ มีฟังก์ชั่นการทำงานให้เลือกอย่างหลากหลาย ต้องการผู้เชี่ยวชาญในการตั้งค่าและใช้ระบบ มีความแข็งแรงทนทาน และส่วนใหญ่ผลิตจากประเทศในทวีปยุโรป ในขณะที่สินค้าราคาประหยัด เป็นสินค้าที่คุณภาพดีปานกลางแต่มีราคาถูกกว่าสินค้าราคาปกติ คุ้มค่าต่อการใช้งาน ซึ่งทางบริษัทกรณีศึกษาได้ทำการเปลี่ยนฐานการผลิตจากยุโรปมาที่เอเชียเพื่อลดต้นทุนแรงงานในการผลิต แต่ยังคงคุณภาพและมาตรฐานไว้, ฟังก์ชั่นการทำงานเพียงพอต่อการใช้งานทั่วไป ตั้งค่าและใช้งานได้ง่าย ไม่ต้องการความเชี่ยวชาญในการตั้งค่า มีความแข็งแรงทนทานต่อสภาวะแวดล้อม สามารถหาซื้อได้ง่าย และสะดวกต่อการจัดหาไว้ใช้งาน

ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาสินค้าประเภทราคาประหยัด เนื่องจากมีสินค้าที่ตอบโจทย์ความต้องการเบื้องต้นในการเริ่มเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ประกอบไปด้วยสินค้าย่อย 6 กลุ่ม ดังนี้

- หน้าจอทัชสกรีน (Human Machine Interface, HMI) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสั่งงานแบบปลายนิ้วสัมผัส ซึ่งมักนำไปใช้ในการควบคุมตรวจสอบ และแสดงผลของเครื่องจักร หรือเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับระบบตู้ควบคุมในสายการผลิต

- อุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนไหวของมอเตอร์ (Motion control) เป็นชุดอุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักรกลหรือระบบงานต่าง ๆ ให้เป็นไปตามต้องการ เช่น ควมคุมแรงบิด (Torque), ควบคุมความเร็ว (Speed), ควบคุมแรงตำแหน่ง (Position) ที่ต้องการความแม่นยำสูง

- โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control, PLC) เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมเครื่องจักร โดยจะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถรับสัญญาณ และส่งคำสั่งเพื่อสั่งงานเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่เราต้องการควบคุม

- อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ (Variable Speed Drive, VSD) เป็นอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานมอเตอร์ในกระบวนการผลิตในโรงงาน หรือเครื่องจักรต่าง ๆ มีอยู่ 2 ชนิด คือ อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ขนาด 0.37-11 กิโลวัตต์ (Drive 1) และอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ขนาด 15-160 กิโลวัตต์ (Drive 2)

- อุปกรณ์ควบคุม และส่งสัญญาณแบบพื้นฐาน (Control and Signaling) เป็นอุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบพื้นฐาน สามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่

C&S1 คือ ปุ่มกด, ไพล๊อตแลมป์, ซีเลคเตอร์สวิตซ์ และปุ่มกดดอกเห็ด

C&S2 คือ ปลั๊กอินรีเลย์

C&S3 คือ ทาวเวอร์ไลท์

C&S4 คือ เซนเซอร์ประเภทลิมิตสวิตซ์ที่ใช้ในการส่งสัญญาณ, แสดงสัญญาณ และตรวจจับวัตถุ

Chulalongkorn University

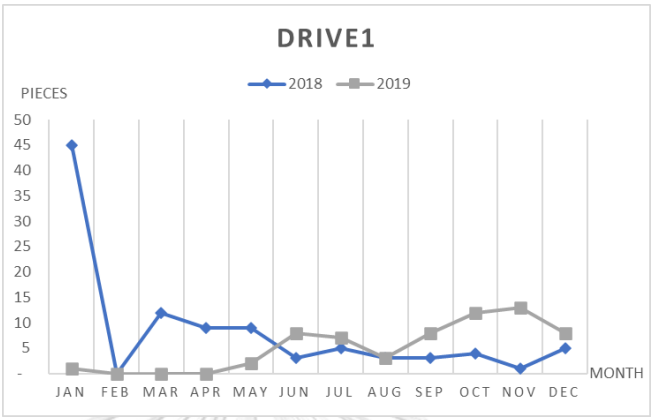
- อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (Power supply) เป็นอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าจากไฟฟ้าจากกระแสสลับ 220VAC เป็นกระแสตรง 24VDC เพื่อจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ

ผู้วิจัยนำข้อมูลยอดขายของสินค้าข้างต้นระหว่างปี ค.ศ. 2018- 2019 เพื่อพิจารณารูปแบบของข้อมูลและค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน เลือกสินค้า Drive 1, Drive 2, C&S1 และC&S2 ที่มียอดขายคิดเป็น 96 เปอร์เซ็นต์ของยอดขายทั้งหมดในกลุ่มสินค้าราคาประหยัด พยากรณ์ใน 2 รูปแบบ ดังนี้

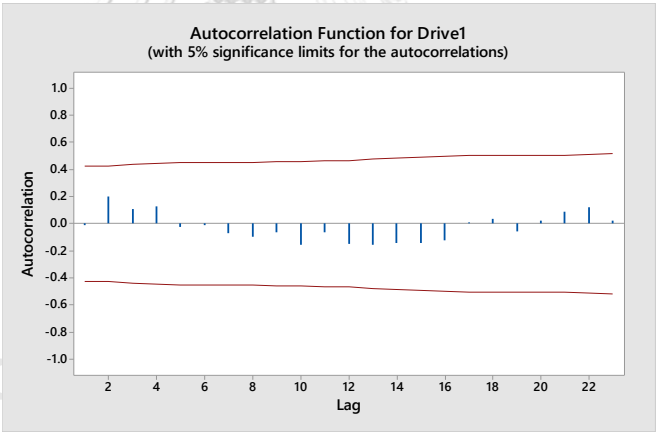
-. จำนวนชิ้น (Quantity)

ประเภทสินค้า Drive 1 จากกราฟในรูปที่ 1.3 สินค้า Drive1 ยอดขายขึ้นสูงในเดือนมกราคมของปี ค.ศ. 2018 เนื่องจากเดือนดังกล่าวมีงานโปรเจคที่ต้องใช้สินค้าจำนวนหลายชิ้น ทำให้เดือนดังกล่าวปริมาณแตกต่างไปจากเดือนอื่น ๆ แต่หากเป็นเดือนอื่น ๆ มีจำนวนชิ้นที่จำหน่ายขึ้นลงในช่วงที่ใกล้เคียง

กัน พิจารณากราฟรูปที่ 1.3 และ 1.4 ควบคู่กันข้อมูลมีลักษณะเป็นแบบ Random เมื่อคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE ของสินค้า Drive 1 ในการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันพบว่ามีค่าสูงถึง 2,091.67 เปอร์เซ็นต์

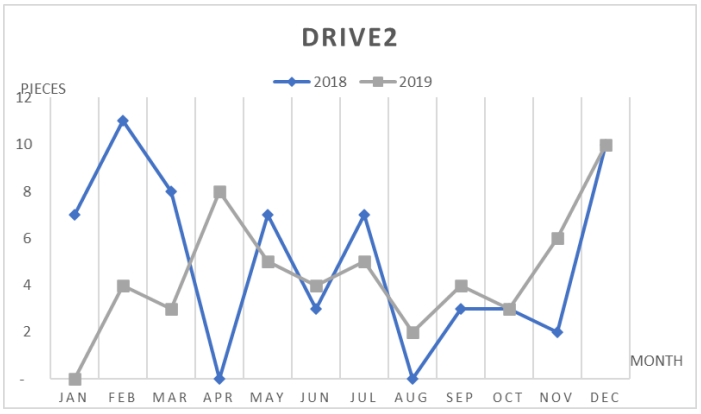


รูปที่ 1.3 กราฟแสดงข้อมูลจำนวนชิ้นของสินค้า Drive 1 ของบริษัทกรณีศึกษา

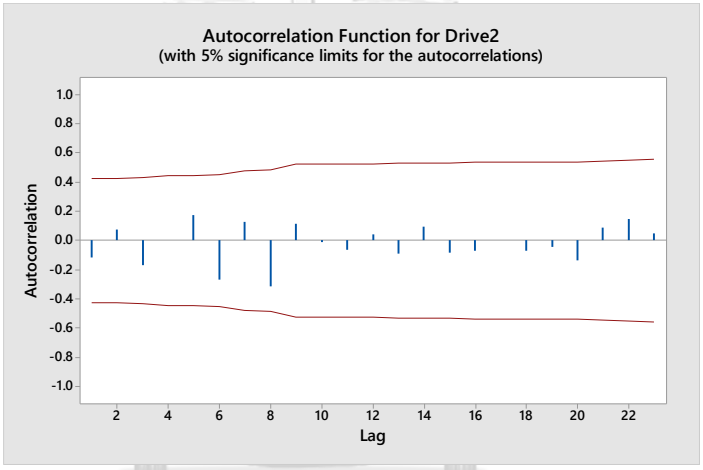


รูปที่ 1.4 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า Drive 1 ของบริษัทกรณีศึกษา

ประเภทสินค้า Drive 2 กราฟที่แสดงในรูปที่ 1.5 สินค้า Drive 2 เป็นสินค้าที่ขึ้นอยู่กับงานโปรเจค งานโปรเจคที่เกิดขึ้นไม่มีการเกิดขึ้นตามฤดูกาล สินค้า Drive 2 specification สูง ใช้งานกับมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ มีลูกค้าที่ใช้งานฟังก์ชั่นดังกล่าวอย่างจำกัด จึงมีจำนวนชิ้นที่จำหน่ายขึ้นลงในช่วงที่ใกล้เคียงกันตั้งแต่ค่า 0-11 ชิ้น พิจารณากราฟรูปที่ 1.5 และ 1.6 ประกอบกันกับธรรมชาติการขายของสินค้า Drive 2 ข้อมูลมีลักษณะเป็นแบบ Stationary และคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE ของสินค้า Drive 2 การพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันก็พบว่ามีค่าสูงถึง 899.03 เปอร์เซ็นต์



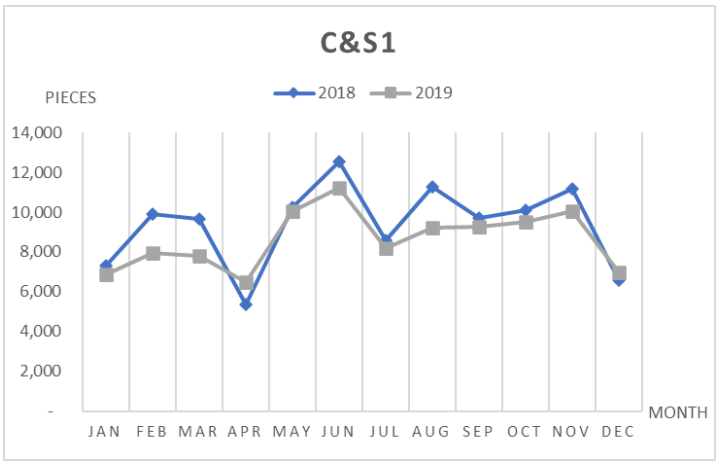
รูปที่ 1.5 กราฟแสดงข้อมูลจำนวนชิ้นสินค้า Drive 2 ของบริษัทกรณีศึกษา



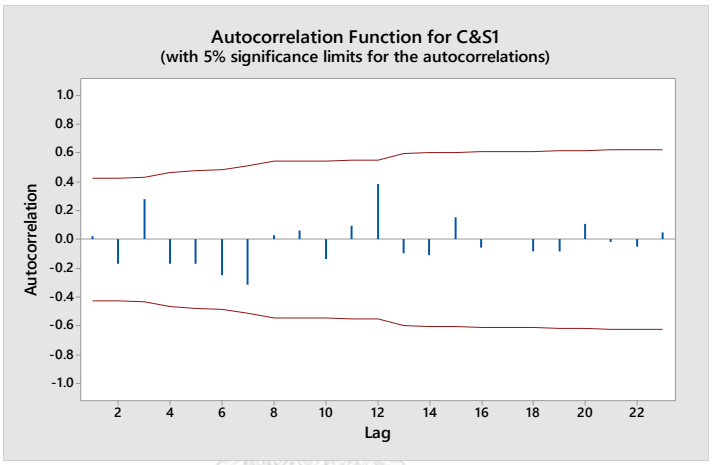
รูปที่ 1.6 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า Drive 2 ของบริษัทกรณีศึกษา

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประเภทสินค้า C&S 1 จากกราฟรูปที่ 1.7 มียอดขายจำนวนชิ้นค่อนข้างสูงเนื่องจากราคาต่อหน่วยต่ำ ธรรมชาติของสินค้า C&S1 เป็นสินค้าที่ใช้กับลูกค้าทุก ๆ ประเภท มีช่องทางการจัดจำหน่ายที่หลากหลาย หากพิจารณาลักษณะของกราฟในรูปที่ 1.7 และ 1.8 ควบคู่กัน พบว่าข้อมูลของสินค้ามีลักษณะเป็นแบบ Seasonal เมื่อคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE ของสินค้า C&S1 ในการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal ที่ใช้อยู่มีค่าเท่ากับ 11.76 เปอร์เซ็นต์

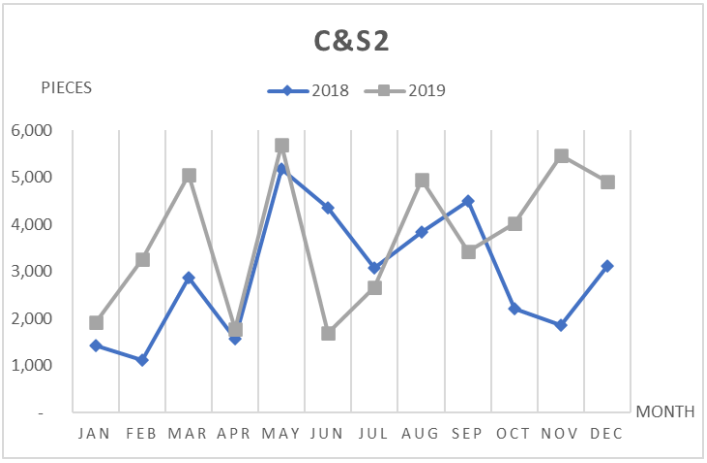


รูปที่ 1.7 กราฟแสดงข้อมูลจำนวนชิ้นสินค้า C&S 1 ของบริษัทกรณีศึกษา

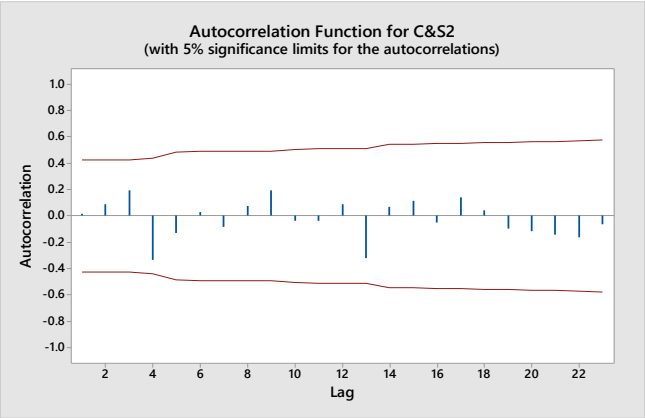


รูปที่ 1.8 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า C&S 1 ของบริษัทกรณีศึกษา

ประเภทสินค้า C&S 2 จากกราฟรูปที่ 1.9 พบว่าสินค้า C&S2 ธรรมชาติของสินค้า C&S 2 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในลูกค้าในทุก ๆ ประเภท มีช่องทางการจำหน่ายที่หลากหลายและเข้าถึงง่าย พิจารณาร่วมกับกราฟในรูป 1.9 และ 1.10 จะพบว่าสินค้ามีลักษณะข้อมูลเป็นแบบ Random และเมื่อทำการนำข้อมูลไปคำนวณค่าความผิดพลาด MAPE ของวิธี Naïve seasonal ก็พบว่ามีค่า 44.07 เปอร์เซ็นต์



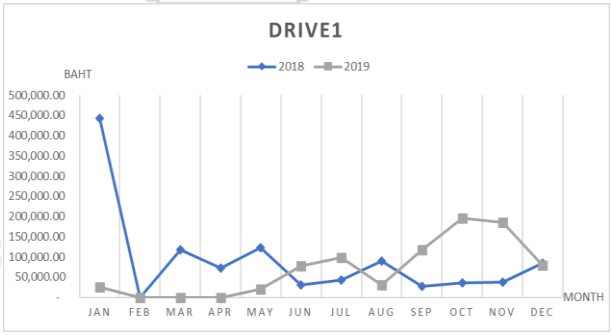
รูปที่ 1.9 กราฟแสดงข้อมูลจำนวนชิ้นสินค้า C&S 2 ของบริษัทกรณีศึกษา



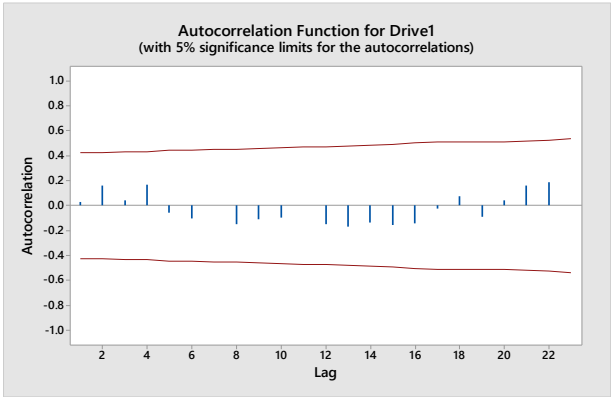
รูปที่ 1.10 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า C&S 2 ของบริษัทกรณีศึกษา

- ยอดขาย (Volume)

ประเภทสินค้า Drive 1 จากกราฟในรูปที่ 1.11 สินค้า Drive1 ยอดขายขึ้นสูงในเดือนมกราคม ของปี ค.ศ. 2018 เนื่องจากเดือนดังกล่าวมีงานโปรเจคที่ต้องใช้สินค้าจำนวนหลายชิ้น ทำให้เดือนดังกล่าว ยอดขายสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แตกต่างไปจากเดือนอื่น ๆ เมื่อพิจารณากราฟรูปที่ 1.11 และ 1.12 ควบคู่กัน ข้อมูลมีลักษณะเป็นแบบ Random เมื่อคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE ของสินค้า Drive 1 ในการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันพบว่ามีค่าสูงถึง 1,890.79 เปอร์เซ็นต์

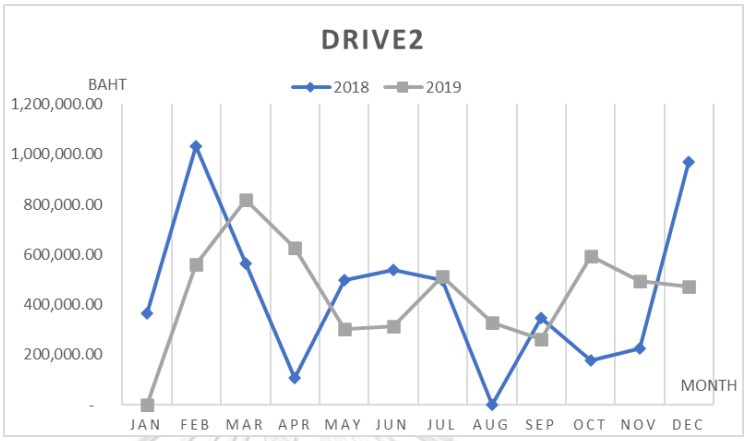


รูปที่ 1.11 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายของสินค้า Drive 1 บริษัทกรณีศึกษา

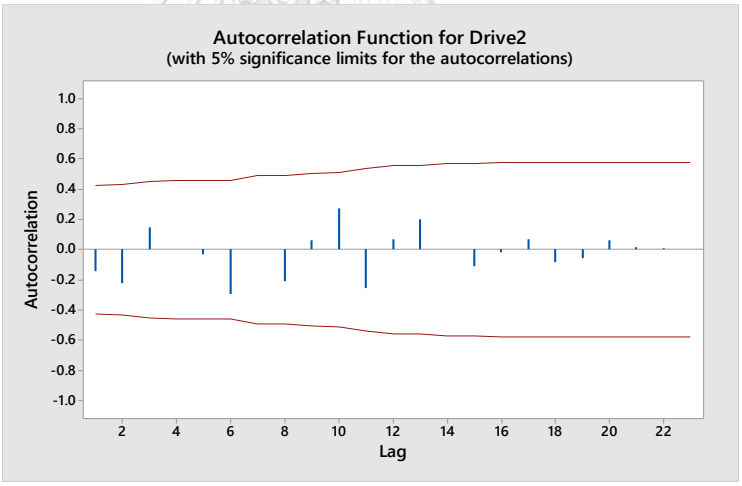


รูปที่ 1.12 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า Drive 1 ของบริษัทกรณีศึกษา

ประเภทสินค้า Drive 2 จากกราฟที่แสดงในรูปที่ 1.13 พบว่าสินค้า Drive 2 เป็นสินค้าที่ขึ้นอยู่กับงานโปรเจค พิจารณากราฟรูปที่ 1.13 และ 1.14 รวมถึงธรรมชาติการขายของสินค้า Drive 2 ข้อมูลมีลักษณะเป็นแบบ Random และคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE ของสินค้า Drive 2 ในการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันก็พบว่ามีค่าสูงถึง 892.52 เปอร์เซ็นต์

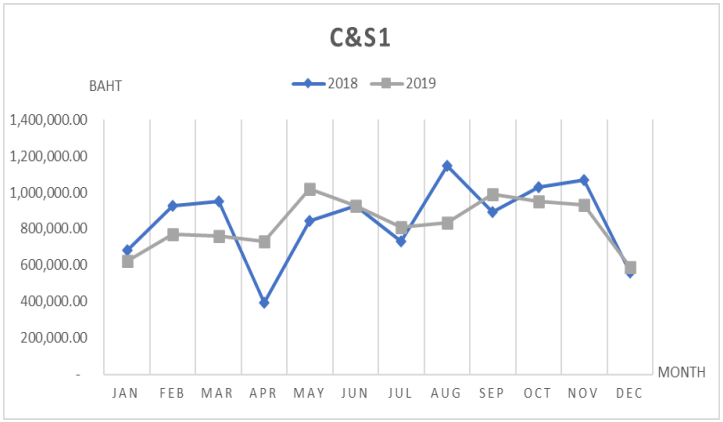


รูปที่ 1.13 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายสินค้า Drive 2 ของบริษัทกรณีศึกษา

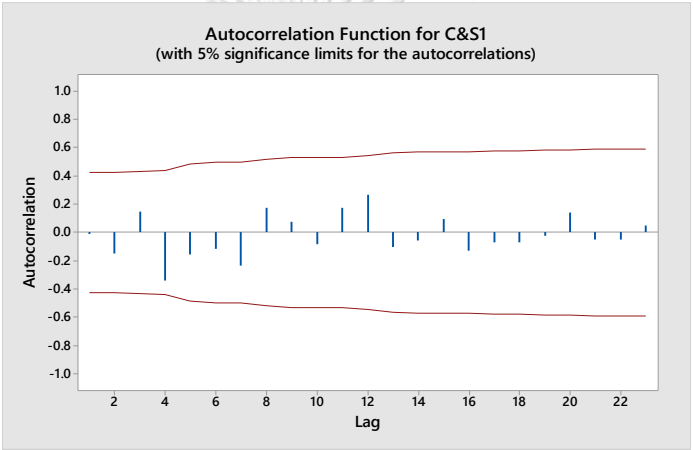


รูปที่ 1.14 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า Drive 2 ของบริษัทกรณีศึกษา

ประเภทสินค้า C&S 1 จากกราฟรูปที่ 1.15 ธรรมชาติของสินค้าเป็นสินค้าที่ใช้ในลูกค้าทุก ๆ ประเภท มีช่องทางการจัดจำหน่ายที่หลากหลาย พิจารณาลักษณะของกราฟในรูปที่ 1.15 และ 1.16 ควบคู่กัน พบว่าข้อมูลของสินค้ามีลักษณะเป็นแบบ Seasonal ยอดขายจะสูงขึ้นในช่วงเดือนที่ 2 และ 3 ของแต่ละ quarter และลดลงในเดือนแรกของ quarter เมื่อคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE ของสินค้า C&S1 ในการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีค่า 16.92 เปอร์เซ็นต์

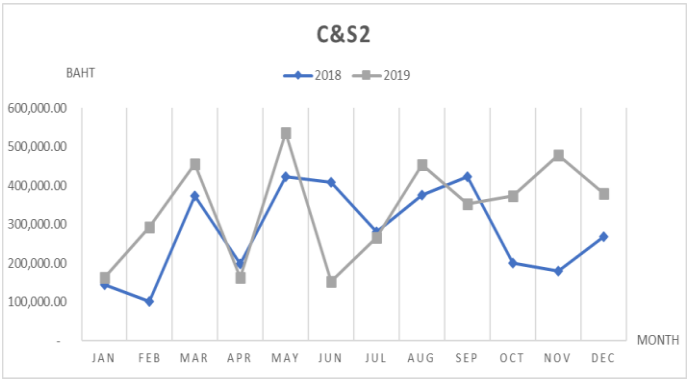


รูปที่ 1.15 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายสินค้า C&S 1 ของบริษัทกรณีศึกษา

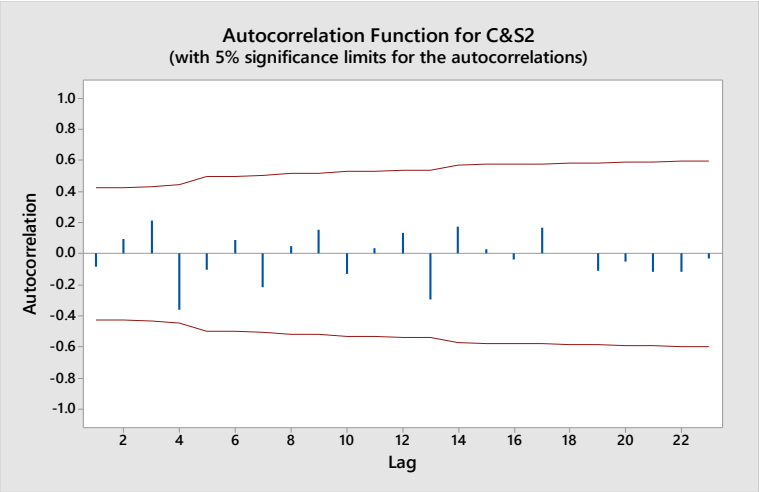


รูปที่ 1.16 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า C&S 1 ของบริษัทกรณีศึกษา

ประเภทสินค้า C&S 2 จากกราฟรูปที่ 1.17 พบว่าสินค้า C&S2 ธรรมชาติของสินค้า C&S 2 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในลูกค้าในทุก ๆ ประเภท มีช่องทางการจำหน่ายที่หลากหลายและเข้าถึงง่าย พิจารณาร่วมกับกราฟในรูป 1.17 และ 1.18 จะพบว่าสินค้ามีลักษณะข้อมูลเป็นแบบ Random และนำข้อมูลไปคำนวณค่าความผิดพลาด MAPE ก็พบว่ามีค่า 40.29 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 1.17 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายสินค้า C&S 2 ของบริษัทกรณีศึกษา



รูปที่ 1.18 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลสินค้า C&S 2 ของบริษัทกรณีศึกษา

1.2 ช่องทางการจำหน่ายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษามีการผลิตสินค้า, จัดเก็บ และกระจายสินค้าที่ต่างประเทศ ส่งต่อมาจำหน่ายยังสำนักงานขายในประเทศไทย โดยบริษัทกรณีศึกษามีช่องทางการจำหน่าย 2 ประเภท คือ

1. ขายตรงถึงลูกค้าโดยมีลูกค้า 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ผลิตเครื่องจักรที่มีการทำสัญญาทั่วโลก และผู้ผลิตระบบตู้ที่มีการทำสัญญาเพื่อผลิตตู้ที่เป็นมาตรฐานของบริษัทรับรองอย่างเป็นทางการ

2. ขายผ่านตัวแทนขายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากบริษัทเท่านั้น โดยตัวแทนได้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

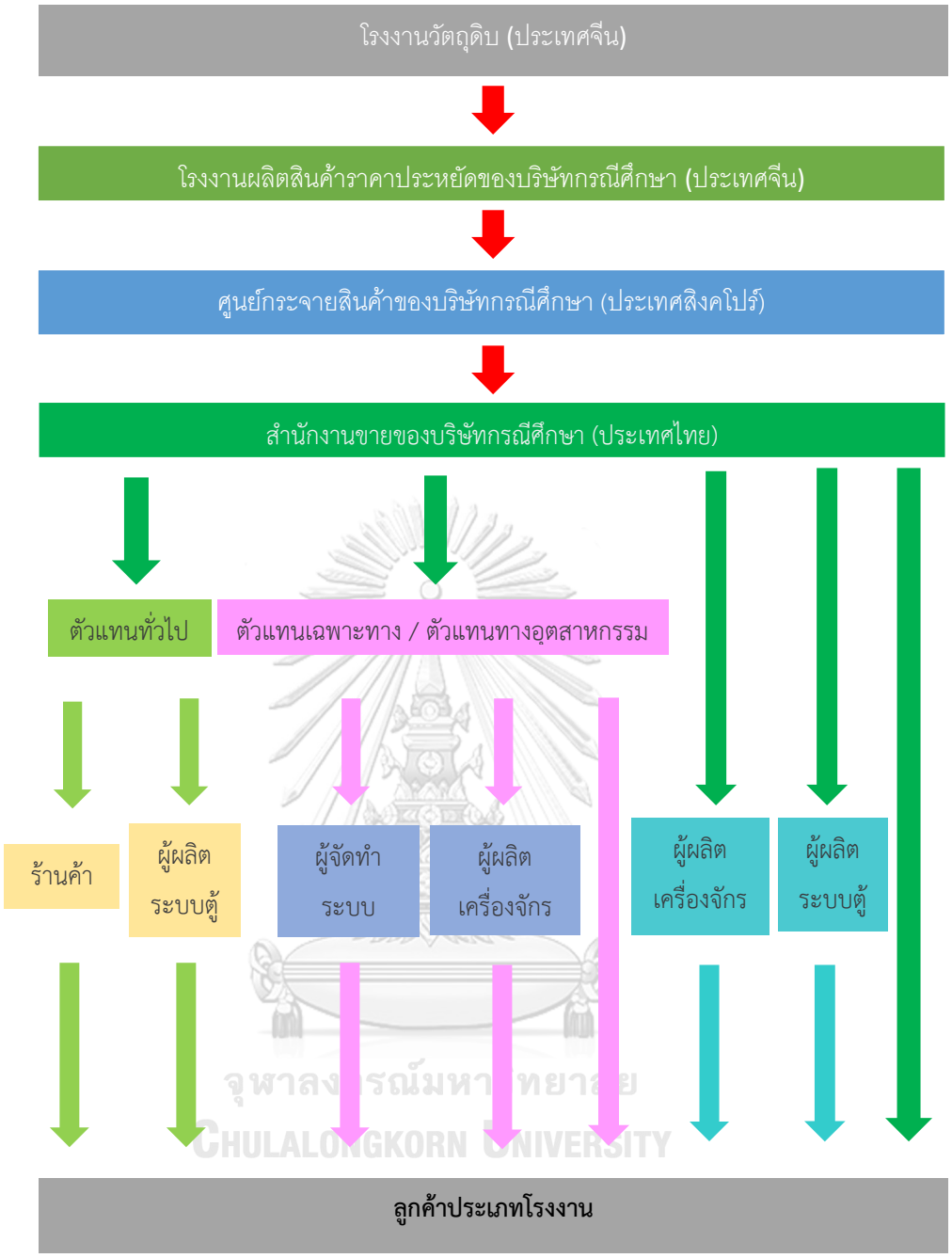
2.1 ตัวแทนทั่วไป คือ ตัวแทนที่จำหน่ายสินค้าพื้นฐานที่ไม่ต้องการความเชี่ยวชาญในการใช้งาน สามารถใช้งานได้ง่าย

2.2 ตัวแทนเฉพาะทาง คือ ตัวแทนที่จำหน่ายสินค้าที่ต้องการความเชียวชาญในการใช้งานโดยจะทำการจัดตั้งตัวแทนที่จะจำหน่ายสินค้าเป็นบางชนิดเท่านั้น ตัวแทนแต่ละบริษัทจึงค่อนข้างมีความชำนาญในสินค้านั้น ๆ เป็นอย่างดี

2.3 ตัวแทนทางอุตสาหกรรม คือ ตัวแทนที่จำหน่ายสินค้าที่ต้องการความเชี่ยวชาญในการใช้งาน โดยเน้นการเสนอแบบครบวงจรสำหรับทำอัตโนมัติ ตัวแทนแต่ละบริษัทจึงค่อนข้างมีความชำนาญในสินค้านั้น ๆ เป็นอย่างดี

สามารถอธิบายช่องทางการจำหน่ายของบริษัทกรณีศึกษาได้ดังแผนผังรูป 1.19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

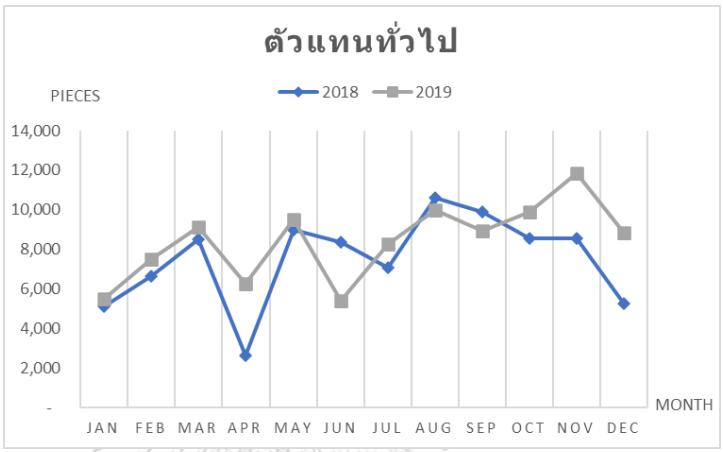


รูปที่ 1.19 แผนผังแสดงช่องทางการจัดจำหน่ายของลูกค้าแต่ละประเภท

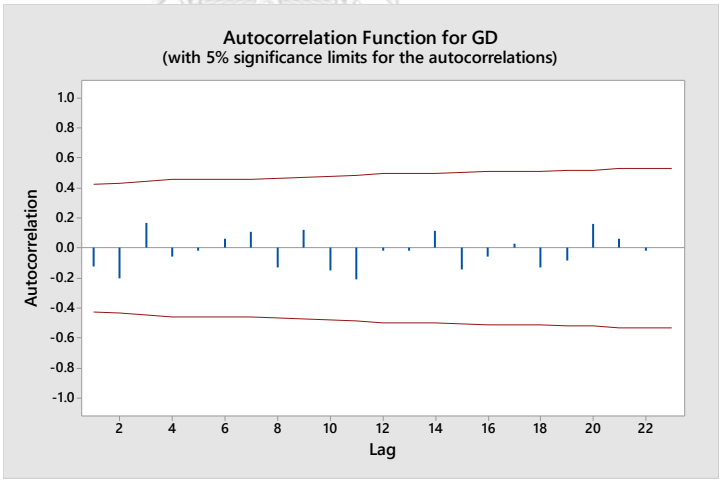
ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาเขียนเป็นกราฟแสดงยอดขายปีค.ศ. 2018- 2019 ของประเภทลูกค้าที่สนใจ โดยทำการเลือกลูกค้าประเภทตัวแทนจำหน่าย ซึ่งมียอดขายเป็น 81 เปอร์เซ็นต์ เพื่อพิจารณารูปแบบของข้อมูลยอดขายและค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน พยากรณ์ใน 2 รูปแบบ ดังนี้

- จำนวนชิ้น (Quantity)

ลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไป จะจำหน่ายสินค้าให้กับลูกค้าประเภทร้านค้า และผู้ผลิตระบบตู้ พิจารณาจากกราฟรูปที่ 1.20 และ 1.21 ข้อมูลยอดขายของลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไปมีลักษณะเป็นแบบ Seasonal และเมื่อทำการคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE วิธี Naïve seasonal เท่ากับ 21.32 เปอร์เซ็นต์

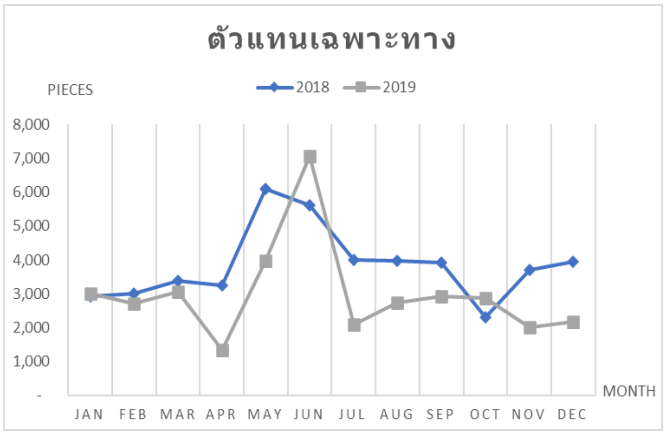


รูปที่ 1.20 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นของลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

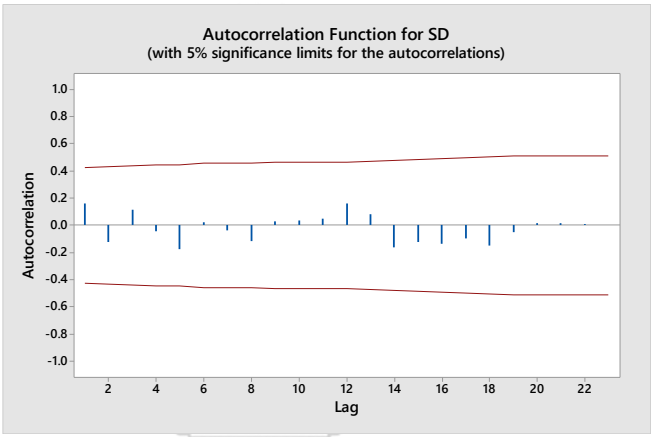


รูปที่ 1.21 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไป

ลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทาง จากกราฟแสดงยอดขายจำนวนชิ้นของลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทางรูปที่ 1.22 ตัวแทนเฉพาะทางจะจำหน่ายสินค้าให้กับลูกค้าประเภทผู้ผลิตเครื่องจักร และโรงงาน ยอดขายจะมากน้อยขึ้นอยู่กับงานโปรเจคของลูกค้า และความซับซ้อนของระบบที่จัดทำพิจารณาจากกราฟรูปที่ 1.22 และ 1.23 ข้อมูลยอดขายของลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทางมีลักษณะเป็น Random และคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE ของวิธีการพยากรณ์ที่ใช้งานอยู่มีค่า 49.46 เปอร์เซ็นต์

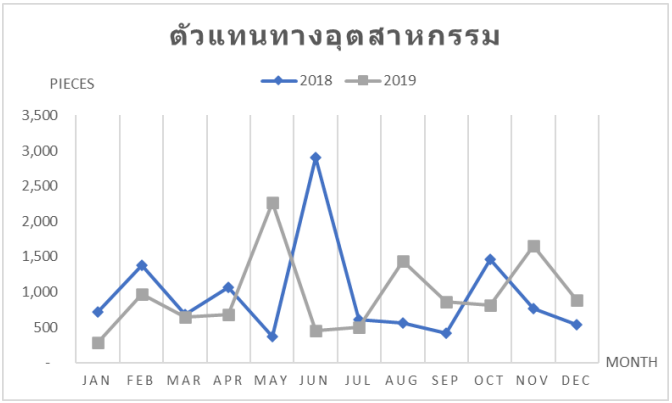


รูปที่ 1.22 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นของลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทางของบริษัทกรณีศึกษา

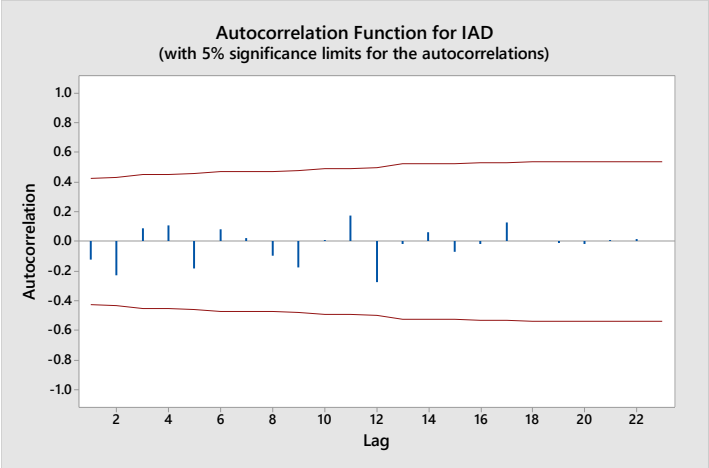


รูปที่ 1.23 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทาง

ลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรม จะจำหน่ายสินค้าให้กับลูกค้าประเภทผู้ผลิตเครื่องจักร และโรงงาน ในรูปแบบครบวงจร จึงมีสินค้าให้จำหน่ายอย่างหลากหลาย พิจารณาจากกราฟรูปที่ 1.24 และ 1.25 ข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นของลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรมมีลักษณะเป็นแบบ Random และเมื่อคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE ของวิธีการพยากรณ์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันพบว่ามีค่าสูงถึง 98.78 เปอร์เซ็นต์



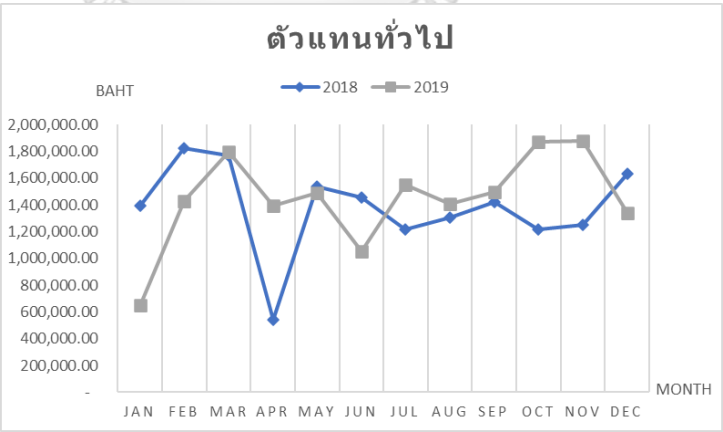
รูปที่ 1.24 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นของลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรมของบริษัทกรณีศึกษา



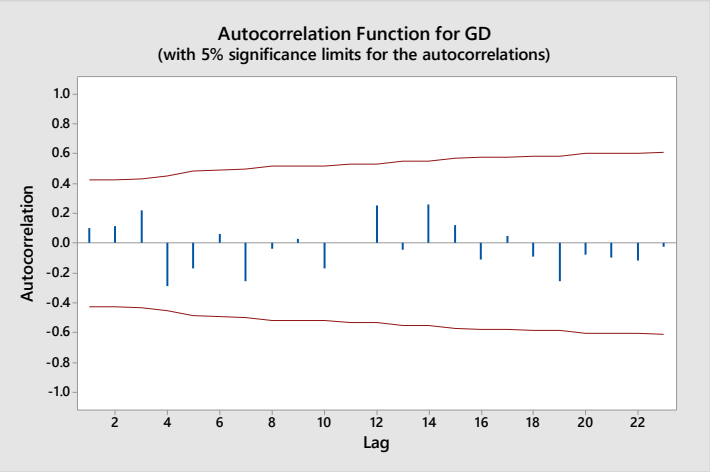
รูปที่ 1.25 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรม

- ยอดขาย (Volume)

ลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไป จะจำหน่ายสินค้าให้กับลูกค้าประเภทร้านค้า และผู้ผลิตระบบตู้ พิจารณาจากกราฟรูปที่ 1.26 และ 1.27 ข้อมูลยอดขายของลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไปมีลักษณะเป็นแบบ Random และเมื่อทำการคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE ของวิธี Naïve seasonal มีค่า 30.78 เปอร์เซ็นต์

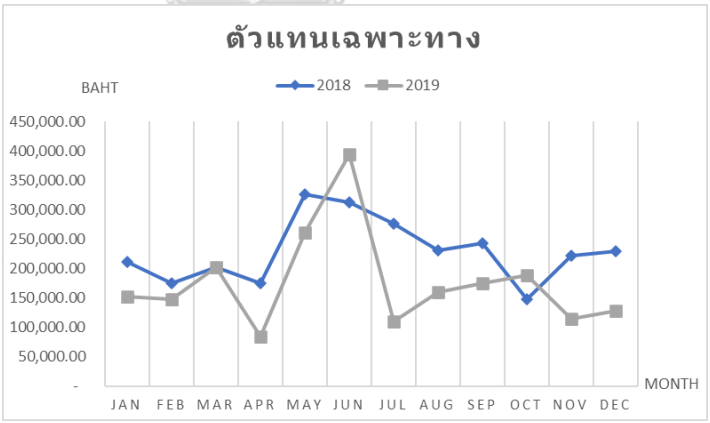


รูปที่ 1.26 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายของลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

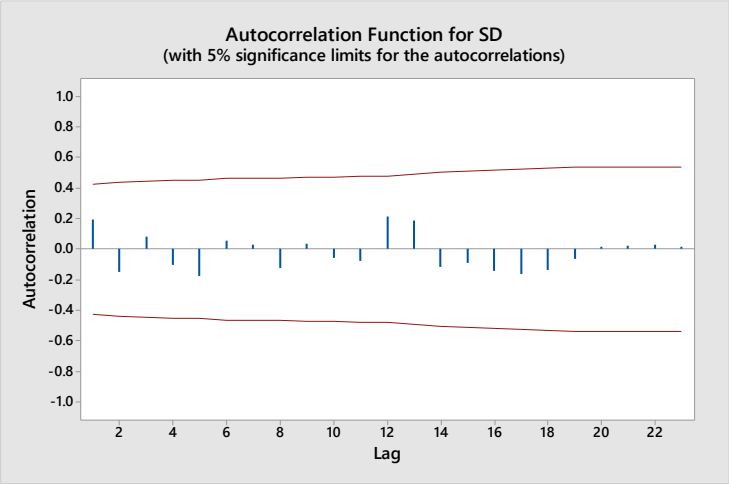


รูปที่ 1.27 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายลูกค้าประเภทตัวแทนทั่วไป

ลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทาง จำหน่ายสินค้าให้กับลูกค้าประเภทผู้ผลิตเครื่องจักร และโรงงาน ยอดขายจะมากน้อยขึ้นอยู่กับงานโปรเจคของลูกค้า และความซับซ้อนของระบบที่จัดทำจึงไม่สามารถเก็บสินค้าตามคุณสมบัติที่ลูกค้าต้องการได้ เพื่อพิจารณาจากกราฟรูปที่ 1.28 และ 1.29 ข้อมูลยอดขายของลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทางมีลักษณะเป็น Stationary และเมื่อคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE ของวิธีการพยากรณ์ที่ใช้งานอยู่มีค่า 53.40 เปอร์เซ็นต์

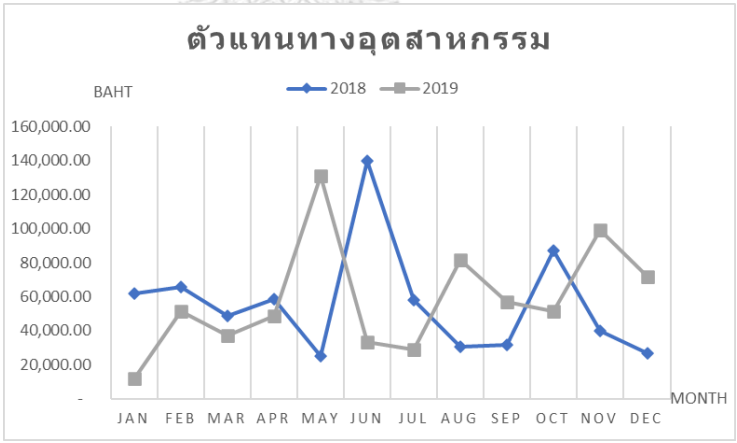


รูปที่ 1.28 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายของลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทางของบริษัทกรณีศึกษา

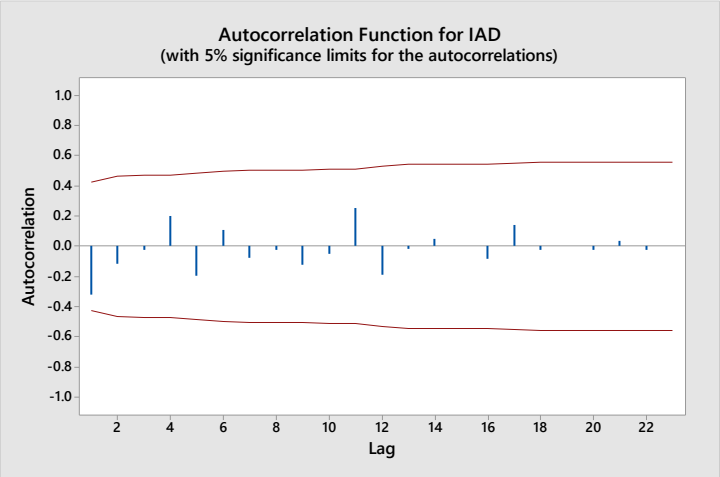


รูปที่ 1.29 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายลูกค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทาง

ลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรม จำหน่ายสินค้าให้กับลูกค้าประเภทผู้ผลิตเครื่องจักร และโรงงาน ในรูปแบบครบวงจร จึงมีสินค้าให้จำหน่ายอย่างหลากหลาย เมื่อพิจารณาจากกราฟรูปที่ 1.30 และ 1.31 ข้อมูลยอดขายของลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรมมีลักษณะเป็นแบบ Random และทำการคำนวนค่าความผิดพลาด MAPE ของวิธีการพยากรณ์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันพบว่ามีค่าสูงถึง 108.67 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 1.30 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายของลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรมของบริษัทกรณีศึกษา



รูปที่ 1.31 กราฟ Autocorrelation Function แสดงข้อมูลยอดขายลูกค้าประเภทตัวแทนอุตสาหกรรม

สรุปรูปแบบของข้อมูล และค่าความผิดพลาด MAPE ของการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันของสินค้าอุตสากรรมราคาประหยัดในตัวแทนจำหน่าย ทั้งแบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย ดังตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.1 แสดงรูปแบบข้อมูล และค่าความผิดพลาด MAPE ของการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal แบบจำนวนชิ้น

ประเภท	Data pattern	MAPE (Naïve Seasonal) (%)	MPE (Naïve Seasonal) (%)
Drive 1	Random	2,091.67	(2,033.33)
Drive 2	Stationary	899.03	(837.92)
C&S 1	Seasonal	11.76	(7.99)
C&S 2	Random	44.07	10.27
ตัวแทนทั่วไป	Seasonal	21.32	9.45
ตัวแทนเฉพาะทาง	Random	49.46	(42.22)
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	Random	98.78	(50.46)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1.2 แสดงรูปแบบข้อมูล และค่าความผิดพลาด MAPE ของการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal แบบยอดขาย

ประเภท	Data pattern	MAPE (Naïve Seasonal) (%)	MPE (Naïve Seasonal) (%)
Drive 1	Random	1,890.79	(1,831.41)
Drive 2	Random	892.52	(833.44)
C&S 1	Seasonal	16.92	(2.18)
C&S 2	Random	40.29	4.74
ตัวแทนทั่วไป	Random	30.78	(3.29)
ตัวแทนเฉพาะทาง	Stationary	53.4	(46.24)
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	Random	108.67	(56.88)

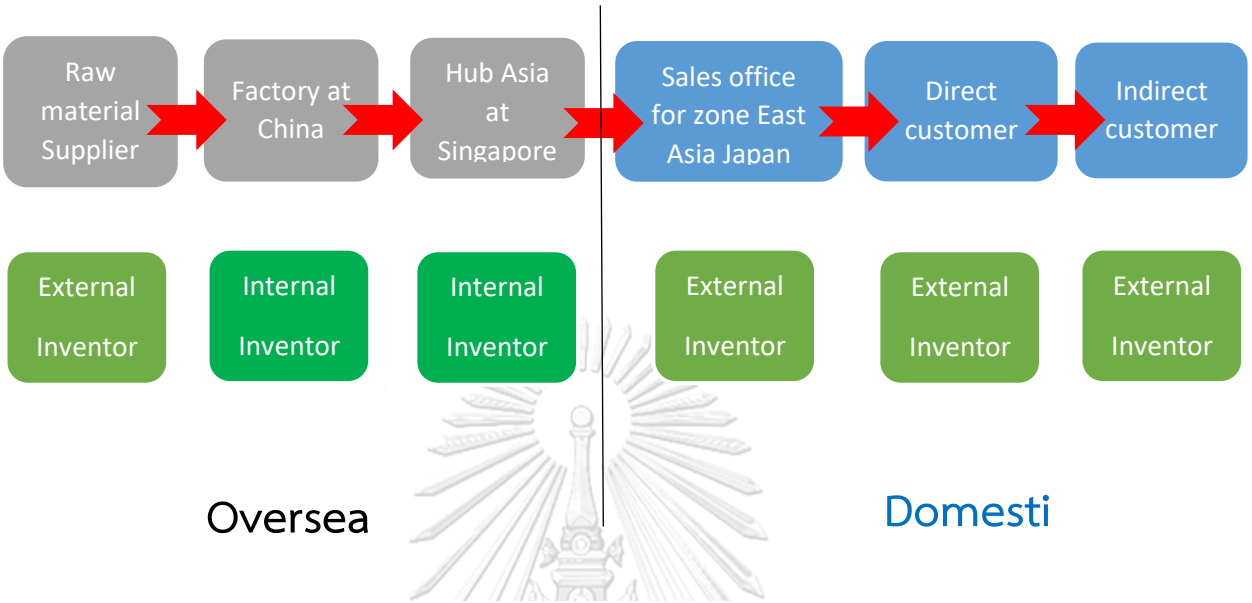
ค่าความผิดพลาด MAPE ของการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันมีค่าค่อนข้างสูง ในสินค้าอุตสากรรมราคาประหยัดในตัวแทนจำหน่ายทุกประเภทของสินค้า ทั้งแบบจำนวนชิ้น และยอดขาย ทางโรงงานได้มีการตอบกลับมาทางประเทศไทยเพื่อให้ทางประเทศไทยพัฒนาค่าความผิดพลาดของตัวเลขการพยากรณ์ที่ส่งให้กับโรงงาน ผู้วิจัยจึงได้จัดทำงานวิจัยฉบับนี้ขึ้นเพื่อศึกษาหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมในสินค้าอุตสากรรมราคาประหยัดในตัวแทนจำหน่ายทุกประเภทของสินค้า ทั้งแบบจำนวนชิ้น และยอดขาย ให้สามารถรับมือกับความต้องการของลูกค้าในตลาดที่มากขึ้น เพื่อตอบสนองนโนบาย Thailand 4.0 ของประเทศไทย

1.3 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

บริษัทกรณีศึกษาเป็นหนึ่งในบริษัทที่ผลิตสินค้าที่ต่างประเทศแล้วนำเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทย โดยรูปที่ 1.32 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการของสินค้าตั้งแต่ต้นทางจนถึงการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า ปลายทางของบริษัทกรณีศึกษา เริ่มจากการสั่งซื้อวัตถุดิบจากซัพพลายเออร์แล้วส่งไปยังโรงงานในประเทศจีน โรงงานในประเทศจีนมีคลังสินค้าเพื่อจัดเก็บวัตถุดิบรอการผลิต และจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปเตรียมส่งไปที่ศูนย์พักสินค้า, คลังสินค้า และศูนย์กระจายสินค้าที่ประเทศสิงคโปร์ ศูนย์พักและกระจายสินค้าที่ประเทศสิงคโปร์จะกระจายสินค้าไปยังสำนักงานขายในประเทศแถบเอเชียตะวันออกและญี่ปุ่น ไม่มีการส่งสินค้าโดยตรงจากโรงงานไปที่สำนักงานขายในแต่ละประเทศ ยกเว้นในกรณีฉุกเฉิน สำนักงานขายในแต่ละประเทศจ้างคลังสินค้าเพื่อพักสินค้า เก็บสินค้าในกรณีฉุกเฉิน และขนส่งสินค้าจากภายนอก (Outsource) ส่งผลให้พื้นที่จัดเก็บสินค้าในแต่ละประเทศมีจำกัด และอาศัยคลังสินค้าจากบริษัทภายนอก (Outsource) บริษัทมีกลยุทธ์จัดเก็บสินค้าที่ตัวแทนจำหน่ายซึ่งเป็นลูกค้าที่มีการซื้อขายตรงกับบริษัทกรณีศึกษา เพื่อจะกระจายสินค้าให้กับลูกค้าที่ไม่ได้มีการซื้อตรงจากบริษัท เป็นที่สังเกตว่าในทุก ๆ กระบวนการมีการจัดเก็บสินค้าคงคลังไว้ในคลังสินค้าจากบริษัทภายนอก (Outsource) มากกว่าคลังสินค้าภายใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ของบริษัทกรณีศึกษา การวางแผนการผลิตและการจัดการสินค้าคงคลังมีความสำคัญอย่างยิ่ง เครื่องมือสำคัญที่สามารถช่วยให้จัดการสินค้าคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพคือการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำ



รูปที่ 1.32 แผนผังแสดงห่วงโซ่อุปทานของบริษัทกรณีศึกษา

งานวิจัยเล่มนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการพยากรณ์สินค้าอุตสากรรม กลุ่มราคาประหยัด ที่ผ่านมามีการพยากรณ์อาศัยวิธีการพยากรณ์อย่างง่ายตามฤดูกาล (Naïve seasonal forecast) นำค่าการพยากรณ์ส่งไปยังโรงงานผลิตที่ต่างประเทศ ค่าการพยากรณ์ที่ส่งให้โรงงานมาจาก 3 ส่วน ดังนี้

- Vice President (VP) of business unit in those country
- Product manager of each products in those country
- Demand planner of those country

ค่าพยากรณ์ทั้ง 3 ส่วนถูกส่งไปยังโรงงานที่ผลิตสินค้าอุตสากรรมราคาประหยัดในตัวแทนจำหน่ายทุกประเภทของสินค้า ทั้งแบบจำนวนชิ้น และยอดขายแต่ละประเภท ทางโรงงานจะให้ค่าความน่าเชื่อถือในตัวเลขการพยากรณ์ที่แต่ละส่วนของแต่ละประเทศ แล้วเตรียมสินค้าตามค่าความน่าเชื่อถือของค่าพยากรณ์ดังกล่าว ทั้งนี้หากตัวเลขพยากรณ์ที่ส่งให้โรงงานผลิตต่ำกว่าค่าความเป็นจริงจะทำให้สินค้าส่งไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า และทำให้เสียโอกาสในการขาย นอกจากนี้สินค้าที่ใช้ภายในโรงงาน เมื่อโรงงานมีการใช้งานสินค้ายี่ห้อใดแล้วจะมีการเก็บสินค้าสำรอง (Spare part) เป็นยี่ห้อนั้น ๆ การเปลี่ยนไปใช้ยี่ห้ออื่น ๆ เป็นไปได้ยาก ทำให้บริษัทเสียโอกาสในการขายไม่ใช่แค่ครั้งแรก แต่เสียโอกาสการขายกับลูกค้าดังกล่าวไปเรื่อย ๆ รวมไปถึงการรักษาความเชื่อมั่นของลูกค้าที่มีต่อสินค้าของบริษัทเรื่องการจัดส่งของให้ตรงตามเวลาที่กำหนด อย่างไรก็ดีหากค่าพยากรณ์สูงกว่าความ

เป็นจริง จะทำให้เสียค่าพื้นที่ในคลังสินค้าเพื่อที่จะเก็บสินค้าดังกล่าวไว้ ณ ปัจจุบันมีการตอบกลับจากทางโรงงานเกี่ยวกับตัวเลขการพยากรณ์ของสินค้าราคาประหยัดในประเทศไทยว่ามีค่าความผิดพลาดค่อนข้างสูง ทำให้ค่าความน่าเชื่อถือที่ทางโรงงานให้กับตัวเลขพยากรณ์ที่ประเทศไทยส่งไปค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้โรงงานไม่ได้เตรียมของให้ตามตัวเลขพยากรณ์ที่ประเทศไทยส่งไป ทำให้สินค้าไม่เพียงพอต่อการจัดจำหน่ายให้กับลูกค้า

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.4.1 ศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับสินค้าอุตสากรรมราคาประหยัดในตัวแทนจำหน่ายทุกประเภทของสินค้า ทั้งแบบจำนวนชิ้น และยอดขาย โดยใช้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) เป็นตัวชี้วัด

1.4.2 ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อยอดขายในแต่ละสินค้า และในลูกค้าแต่ละประเภท ทำให้เข้าใจปัจจัยที่มีผลกระทบต่อยอดขาย และสามารถปรับกลยุทธ์การขายให้เหมาะสม ส่งผลให้ยอดขายเป็นไปได้ตามที่ตั้งไว้ โดยใช้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) เป็นตัวชี้วัด

1.5 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาประเภทสินค้า และประเภทลูกค้าที่สนใจ โดยเลือกวิธีการพยากรณ์ข้อมูลแต่ละประเภทตามลักษณะของข้อมูล และทำการเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ใน 5 รูปแบบ ดังนี้

1. วิธีนาอีฟสำหรับข้อมูลอนุกรมฤดูกาล (Naïve for seasonal)

2. วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average)

3. วิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA

4. วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing)

5. วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series Analysis)

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีตทั้งหมดจำนวน 32 เดือน ย้อนหลัง 3 ปี ตั้งแต่ ค.ศ. 2018-2020

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 ทราบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อยอดขายในแต่ละสินค้า และลูกค้าแต่ละประเภท ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ให้เหมาะสมและทันต่อสถานการณ์ในแต่ละช่วงเวลา รวมถึงทำให้เข้าใจข้อมูลยอดขายของสินค้าราคาประหยัดมากขึ้น

1.6.2 ทำให้เกิดแบบแผน และมาตรฐานในการพยากรณ์ยอดขายในอนาคต ส่งผลทำให้ค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ยอดขายลดต่ำลง

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1.7.1 ศึกษารายละเอียดของสินค้าที่มีความสนใจจะนำมาพยากรณ์ยอดขาย และกระบวนการพยากรณ์ที่ทำอยู่ในปัจจุบัน

1.7.2 วิเคราะห์ข้อมูลยอดขายสินค้าที่สนใจ และข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

1.7.3 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

1.7.4 เลือกกลุ่มสินค้าที่สนใจจะทำการพยากรณ์

1.7.5 วิเคราะห์หารูปแบบของข้อมูลกลุ่มสินค้าที่เลือก

1.7.6 ศึกษาค้นคว้างานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์

1.7.7 พยากรณ์ยอดขายที่เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูล

1.7.8 เลือกวิธีที่เหมาะสมด้วยการพิจารณาจาก MAPE ที่น้อยที่สุด

1.7.9 เปรียบเทียบค่าความแม่นยำกับวิธีที่เลือกกับวิธีปัจจุบันที่บริษัทใช้พยากรณ์อยู่

1.7.10 สรุปผลการวิจัย

1.7.11 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำงานวิจัยนี้มีการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจวิธีการ แนวคิด ประยุกต์ใช้ในงานวิจัยเพื่อพยากรณ์ยอดขายของกลุ่มสินค้าราคาประหยัดของสินค้าอุตสาหกรรม เช่น ปุ่มกด, ปลั๊กอินรีเลย์ และอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ สามารถแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ได้ดังนี้

2.1 การพยากรณ์ (Forecasting) (กรินทร์, 2019)

การพยากรณ์ คือ การประมาณ หรือการคาดการณ์ คาดคะเนว่าอะไรจะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น การพยากรณ์ยอดขายใน 2 ปีข้างหน้า, วัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิต, จำนวนลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการ, การพยากรณ์รายจ่ายในปีหน้า ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการทำงานทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อเป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจวางแผนในการทำงานต่อไปในอนาคต

2.2 การพยากรณ์ยอดขาย (Sales Forecasting) (นิภา, 2006)

การพยากรณ์ยอดขาย คือ การประเมินหรือคาดการณ์ยอดขายของสินค้า และบริการที่สนใจจากการนำข้อมูลต่าง ๆ มาวิเคราะห์ เช่นข้อมูลในอดีต การสำรวจตลาด ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบ รวมไปถึงสถานการณ์และแนวโน้มของเศรษฐกิจในแต่ละช่วงเช่นกัน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์มีส่วนสำคัญค่อนข้างสูงในการที่จะเริ่มธุรกิจต่าง ๆ รวมไปถึงการวางแผนธุรกิจให้สามารถรับมือได้ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อทำให้ธุรกิจสามารถดำเนินต่อไปได้อย่างราบรื่นและเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมไปถึงการตัดสินใจเพื่อวางแผนตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ลูกค้าได้รับสินค้าและบริการที่ดีที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 ประเภทของการพยากรณ์ (กรินทร์, 2019)

ประเภทของการพยากรณ์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Method) เป็นการพยากรณ์ที่ไม่เน้นวิธีการทางสถิติมากนัก แต่อาศัยประสบการณ์ ความรู้ ความสามารถของผู้ชำนาญการทางด้านนนั้น ๆ หรือผู้ที่เกี่ยวของโดยตรง แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมารวบรวมแล้วสรุปเป็นค่าพยากรณ์ เช่น

1.1 วิธีเดลไฟ (Delphi method) วิธีการที่อาศัยการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทำต่อเนื่องประมาณ 2-3 ครั้งเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

1.2 ความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ (Judgmental forecast) วิธีการนี้เหมาะกับกรณีที่ข้อมูลในอดีตไม่เพียงพอ หรือต้องการพยากรณ์ในระยะเวลาที่จำกัด แต่อาจจะเกิดความเอนเอียงได้ (Bias)

1.3 วิธีวิจัยตลาด (Market Research) คือการสำรวจข้อมูลจากผู้ใช้งาน หรือกลุ่มเป้าหมายโดยการแจกแบบสอบถาม สัมภาษณ์ เพื่อรับความคิดเห็นโดยตรงจากผู้ใช้งานจริง

1.4 วิธีการอภิปราย (Panel Discussion) นำผู้เชี่ยวชาญจำนวนหนึ่งมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปของค่าพยากรณ์

1.5 วิธีการยึดอดีตเป็นหลัก (Historical Analogy) พยากรณ์โดยยึดข้อมูลของเหตุการณ์หนึ่งที่เคยเกิดขึ้นในอดีตมาพยากรณ์อีกเหตุการณ์หนึ่งที่เกิดขึ้นในลักษณะที่คล้ายกัน

2. วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting Method) เป็นวิธีการที่อาศัยตัวเลขทางสถิติมาเป็นเครื่องมือช่วยในการพยากรณ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักได้ดังนี้

2.1 การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time-series Forecasting) เป็นวิธีการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลในอดีตมาทำการพยากรณ์บนคำนิยามที่ว่า ข้อมูลของสิ่งต่าง ๆ ในอดีตเป็นตัวบ่งชี้ข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต แต่วิธีการนี้จะเหมาะสมกับข้อมูลที่สภาวะแวดล้อมไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง และรูปแบบของข้อมูลในอดีตมีลักษณะคล้ายกันในทุกปี เป็นวิธีการที่ง่ายในการใช้งาน โดยจะทำการพิจารณาปัจจัยเดียว คือ เวลา วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลามีให้เลือกหลายวิธี อาทิเช่น วิธีการพยากรณ์อย่างง่าย (Naïve forecast), วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) และปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียล (Exponential Smoothing)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา แยกองค์ประกอบเป็น 4 ส่วน ดังนี้

- ค่าแนวโน้ม (Trend) ข้อมูลจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งในรูปแบบที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของข้อมูลจะเป็นในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

- การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (Seasonal) ข้อมูลจะมีลักษณะการเพิ่มขึ้น หรือลดลงที่เป็นลักษณะเดียวกันในแต่ละรอบเวลา

- การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร (Cyclical) ข้อมูลจะมีการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร มีการเปลี่ยนแปลงแบบซ้ำ ๆ เหมือนกับการเปลี่ยนแปลงแบบฤดูกาล แต่ในแต่ละรอบจะมีช่วงเวลาตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป

- การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ (Irregular) ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากเหตุการณ์ที่เราไม่ได้คาดการณ์ไว้ได้ล่วงหน้า เช่น เหตุการณ์โรคระบาดทั่วโลก, การเกิดอุทกภัย และการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นัดกันหยุดงานของคนงานในโรงงาน เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่ม (Random) เพราะไม่ได้อยู่เงื่อนไขที่เรากำหนด

วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลามีวิธีให้เลือกใช้งานหลายวิธี ดังนี้

- วิธีการพยากรณ์อย่างง่าย (Naïve forecast) วิธีการพยากรณ์นี้ จะมีแนวคิดที่ว่ายอดขายหรือความต้องการในอนาคตจะมีค่าเท่ากับความต้องการในอดีตหรือปัจจุบัน เช่น ถ้ายอดขายสินค้า A เท่ากับ 80 ชิ้นในเดือนมกราคม จะสามารถพยากรณ์ยอดขายในเดือนกุมภาพันธ์ได้เท่ากับ 80 ชิ้นเช่นเดียวกัน วิธีนี้จะมีการพยากรณ์แบบง่ายตามฤดูกาล (Naïve Seasonal) ยอดขายของแต่ละเดือนในอนาคตจะเท่ากับยอดขายเดือนดังกล่าวในปีที่ผ่านมา หรือในปีปัจจุบัน เช่น ยอดขายในเดือนมีนาคมปีค.ศ. 2019 เท่ากับ 44 ชิ้น จะสามารถพยากรณ์ยอดขายในเดือนมีนาคมปีค.ศ. 2020 เท่ากับ 44 ชิ้นเช่นเดียวกัน วิธีนี้เป็นวิธีการพยากรณ์ที่รวดเร็ว และประหยัดที่สุด สามารถใช้เป็นวิธีเริ่มต้นในการพยากรณ์ หรือจะใช้เป็นการเทียบค่าความผิดพลาด (Error) กับวิธีอื่น ๆ

- วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) วิธีการพยากรณ์นี้ จะเป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่ใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปตามช่วงเวลาที่กำหนดโดยใช้ข้อมูลชุดล่าสุดแทนที่ข้อมูลเก่าที่สุดแล้วทำการหาค่าเฉลี่ยใหม่ในแต่ละช่วง เช่น 3 หรือ 5 เดือน สามารถหาค่าเฉลี่ยได้หลายวิธี ดังนี้

» Simple Moving Average (SMA) ถ่วงน้ำหนักในการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลเท่ากันทุกตัว

» Weighted Moving Average (WMA) ถ่วงน้ำหนักในการหาค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันทุกข้อมูล โดยจะให้น้ำหนักกับข้อมูลล่าสุดมากที่สุด แล้วไล่ลำดับไปเรื่อย ๆ

» Exponential Moving Average (EMA) ถ่วงน้ำหนักในการหาค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันทุกข้อมูล เหมือนกับแบบ WMA แต่จะแตกต่างตรง EMA ให้ความสำคัญกับค่า Smoothing Factor โดยใช้สูตรคำนวณ $\frac{2}{n+1}$ เป็นค่าที่ใช้ในการถ่วงน้ำหนัก

การใช้วิธี Moving Average ช่วยกระจายความผิดปกติออกไปจากข้อมูล เช่น บางเดือนที่มียอดขายสูงขึ้นอย่างมาก หรือลดลงอย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ดีวิธีปรับเรียบผ่านค่าเฉลี่ยเป็น Indicator ที่ให้สัญญาณช้า เหมาะกับลักษณะของข้อมูลที่เปลี่ยนไปอย่างช้า ๆ

- วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียล (Exponential Smoothing) เป็นวิธีการสร้างสมการเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักโดยให้น้ำหนักกับข้อมูลปัจจุบันมากที่สุด และน้อยลงเรื่อย ๆ ตามแบบเอ็กซ์

โพเนนเชียล โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเท่ากับ $\propto$ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เป็นวิธีที่เหมาะกับข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง และคาดเดาได้ยาก แต่ไม่เหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะแบบแนวโน้ม (Trend) และฤดูกาล (Seasonal) โดยมีสมการพยากรณ์หนึ่งช่วงเวลาล่วงหน้าที่เวลา t ดังนี้

$$\hat{Y}_t(1) = \propto Y_t + (1-\propto)\hat{Y}_{t-1}(1) \quad (1)$$

$$= Y_{t-1}(1) + \left(Y_t - \hat{Y}_{t-1}(1)\right) \quad (2)$$

$$= \hat{Y}_{t-1}(1) + \propto e_t \quad (3)$$

เมื่อ Y_t คือ ข้อมูลจริง ณ เวลา t

$\hat{Y}_t(1)$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+1

$\hat{Y}_{t-1}(1))$ คือ ค่าพยากรณ์ที่ผ่านมาล่าสุด

e_t คือ ผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริง

- วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Exponential Smoothing Holt-Winter method) วิธีการพยากรณ์นี้เหมาะสมกับข้อมูลที่เป็นแบบแนวโน้ม (Trend) และฤดูกาล (Seasonal) ใช้ค่าปรับให้เรียบ 3 ค่า คือ $\propto, \gamma$ และ δ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดย $\propto$ เป็นค่าปรับน้ำหนักของแนวโน้ม γ เป็นค่าปรับน้ำหนักความลาดชัน และ δ เป็นค่าน้ำหนักของฤดูกาล แบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

» อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาลข้อมูลเชิงบวก (Additive Seasonal) มีสมการดังนี้

$$\hat{Y}_{t+n} = L_t + nT_t + S_{t+n-p} \quad (4)$$

เมื่อ Level: $$L_t = \propto \left(Y_t - S_{t-p}\right) + (1-\propto)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (5)$$

Trend: $$T_t = \beta(L_t + L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (6)$$

Season: $$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1-\gamma)S_{t-p} \quad (7)$$

» อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาลข้อมูลเชิงคูณ (Multiplicative Seasonal) มีสมการดังนี้

$$\hat{Y}_{t+n} = (L_t + nT_t)S_{t+n-p} \quad (8)$$

เมื่อ Level: $$L_t = \propto \left(\frac{Y_t}{S_{t-p}}\right) + (1-\propto)(L_t + T_{t-1}) \quad (9)$$

Trend: $$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (10)$$

Season: $$S_t = \gamma\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) + (1-\gamma)(S_{t-p}) \quad (11)$$

- วิธีบอกซ์เจนกินส์ (Box-Jenkins) วิธีการพยากรณ์นี้เหมาะสำหรับข้อมูลทุกประเภท และให้ผลการพยากรณ์ที่ค่อนข้างแม่นยำสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น โดยการพยากรณ์วิธีนี้ ลักษณะของอนุกรมเวลาต้องมีคุณสมบัติแบบสเตชั่นนารี แต่หากอนุกรมเวลาไม่มีคุณวมบัติสเตชันนารีจะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อน (ทรงศิริ, 2549)

2.2 การพยากรณ์แบบความสัมพันธ์ของข้อมูล (Causal Forecasting) วิธีการพยากรณ์นี้เป็นวิธีที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของตัวแปรที่สนใจมีแนวคิดว่ามีความสัมพันธ์, ผลกระทบและอิทธิพลต่อกัน เมื่อประมาณความสัมพันธ์ได้แล้ว สามารถพยากรณ์โดยอาศัยค่าของตัวแปรที่สนใจ ฟังก์ชั่นนี้จะแปลงข้อมูลของตัวแปรที่เป็นสาเหตุ (x) มาเป็นค่าของตัวแปรที่สนใจ (y) ดังสมการ y=f(x) รูปแบบของความสัมพันธ์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น แต่บางวิธีไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้อย่างชัดเจน เช่น วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis, LRA) วิธีการพยากรณ์แบบนี้เป็นวิธีที่ใช้เทคนิคทางสถิติเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีการกำหนดค่าที่แน่นอน และตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างอิสระ วิธีการพยากรณ์แบบการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

» การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระเพียงแค่อย่างละ 1 ตัว มีสมการดังนี้

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon \quad (12)$$

โดยที่ y คือ ตัวแปรตาม

x คือ ตัวแปรอิสระ

β_0 และβ_1คือ สัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยเป็นตัวแปรที่ไม่ทราบค่า จึงต้องประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method)

ε คือ ค่าความผิดพลาด

» การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีตัวแปรตาม 1 ตัวและตัวแปรอิสระมีหลายตัว โดยมีสมการดังนี้

$$y = \beta_0 + \beta_1 \mathrm{x}_1 + \beta_2 \mathrm{x}_2 + \cdots + \beta_n \mathrm{x}_n + \varepsilon \quad (13)$$

โดยที่ y คือ ตัวแปรตาม

$\mathrm{X}_1, \mathrm{x}_2, \ldots, \mathrm{x}_n$ คือ ตัวแปรอิสระ

$\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_n$ คือ สัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยเป็นตัวแปรที่ไม่ทราบค่าจึงต้องประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method)

ε คือ ค่าความผิดพลาด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นวิธีที่เป็นที่นิยมใช้กัน ง่ายต่อการใช้งาน และตีความการพยากรณ์สามารถเข้าใจได้ง่าย แต่หากความสัมพันธ์ของตัวแปรไม่เป็นเชิงเส้น จะทำให้การพยากรณ์มีผลคลาดเคลื่อนสูง

2.4 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์ (Hanke & Wichern, 2013)

การเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์ข้อมูลแต่ละชุด สามารถเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมได้จากค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากน้อยเพียงใด หรือเรียกอีกอย่างว่า ค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ (Forecast error, e_t) โดยค่าที่ใช้ช่วยวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ ได้แก่

1. ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด (Mean Error) เป็นวิธีที่เปรียบเทียบค่าจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ แล้วหาค่าเฉลี่ยความผิดพลาด แต่การประยุกต์ใช้วิธีนี้หากค่าจริงมากกว่าค่าพยากรณ์ค่าความผิดพลาดที่ออกมาจะเป็นบวก และถ้าค่าจริงน้อยกว่าค่าพยากรณ์ค่าความผิดพลาดที่ได้จะเป็นลบ ทำให้ผลที่ออกมาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดน้อย แต่ที่จริงแล้วให้ผลการพยากรณ์ที่ไม่แม่นยำ

$$Mean\ Error = \frac{\sum(A_t - F_t)}{N} \quad (14)$$

โดย F_t คือ ค่าพยากรณ์ในเวลา t

A_t คือ ค่าจริงในเวลา t

N คือ จำนวนข้อมูล

2. ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD) เป็นค่าที่วัดจากขนาดของค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ โดยไม่คำนึงถึงทิศทาง หรือเครื่องหมายของค่าความแตกต่าง

$$MAD = \frac{\sum|A_t - F_t|}{N} \quad (15)$$

โดย F_t คือ ค่าพยากรณ์ในเวลา t

A_t คือ ค่าจริงในเวลา t

N คือ จำนวนข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Mean Square Error, MSE) เป็นการวัดค่าความแม่นยำโดยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในวิธีการหาค่าเฉลี่ยธรรมดา โดยการกำลังสองที่ผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์

$$MSE = \frac{\sum(A_t - F_t)^2}{N} \quad (16)$$

โดย F_t คือ ค่าพยากรณ์ในเวลา t

A_t คือ ค่าจริงในเวลา t

N คือ จำนวนข้อมูล

4. ร้อยละของความผิดพลาดเฉลี่ย (Mean Percentage Error, MPE) เป็นการวัดความแม่นยำจากความผิดพลาดที่เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

$$MPE = \frac{\sum[\frac{A_t - F_t}{A_t}] \times 100}{N} \quad (17)$$

โดย F_t คือ ค่าพยากรณ์ในเวลา t

A_t คือ ค่าจริงในเวลา t

N คือ จำนวนข้อมูล

5. ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) เป็นการวัดค่าความแม่นยำโดยอาศัยการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการพยากรณ์ และไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย

$$MAPE = \frac{\sum[\frac{|A_t - F_t|}{A_t}] \times 100}{N} \quad (18)$$

โดย F_t คือ ค่าพยากรณ์ในเวลา t

A_t คือ ค่าจริงในเวลา t

N คือ จำนวนข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าความผิดพลาดที่ได้จากวิธีข้างต้นจะถูกนำมาใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อแสดงถึงความแม่นยำในแต่ละเทคนิคการพยากรณ์ โดยงานวิจัยนี้จะใช้ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) ในการเปรียบเทียบโดยเลือกจากค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุดจะทำให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด เพื่อให้ได้วิธีที่ดีที่สุดในการพยากรณ์ยอดขายสินค้าที่สนใจ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำงานวิจัยเล่มนี้ ได้มีการศึกษางานวิจัยต่างๆเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยนี้ให้มีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้ งานวิจัยที่ศึกษาล้วนเกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ต่าง ๆ

อัจฉรา (2018) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบและนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังสำหรับโรงงานผลิตขึ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ (Improvement of Demand Forecasting and Replenishment Policy of Raw Materials for an Engineer-to-Order Cast Iron

Manufacturer) พบปัญหาเกี่ยวกับนโยบายจัดการวัตถุดิบคงคลังมีทั้งจำนวนน้อยเกินไป และจำนวนมากเกินไป ทำให้เสียโอกาสทางการขาย และเสียพื้นที่ในการเก็บวัตถุดิบที่มีจำนวนมากเกินความต้องการ จึงต้องการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการวัตถุดิบคงคลังสำหรับโรงงานผลิตขึ้นรูปเหล็กหล่อซึ่งเป็นการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า นำข้อมูลย้อนหลัง 4 ปี มาทำการหารูปแบบของข้อมูล โดยสร้างกราฟแบบ Time series, Decomposition และ Autocorrelation พิจารณาควบคู่กันว่าเป็นข้อมูลแบบใด หลังจากนั้นใช้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับรูปแบบข้อมูลดังกล่าว และเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากค่า MAPE, MSE และ MAD ที่น้อยที่สุด พร้อมทั้งทำการทดสอบโมเดลด้วยการเก็บข้อมูลเพิ่มอีก 1 ปี แล้วทำ model fitting และหาค่าความคลาดเคลื่อนพร้อมทั้ง Plot Residual เพื่อหา Pattern ที่ยังหลงเหลืออยู่ หลังจากมีการพิจารณารูปแบบของข้อมูลได้มีการตัดข้อมูลปี ค.ศ. 2013 ออกเนื่องจากเป็นช่วงที่นำวัตถุดิบชนิดนี้มาใช้แรก ๆ ยังไม่สามารถเห็นรูปแบบของข้อมูลได้ จึงพิจารณาเฉพาะข้อมูล 3 ปี ปี ค.ศ. 2014-2016 พบว่ารูปแบบข้อมูลเป็นแบบ Trend วัดค่าความแม่นยำด้วยค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) และพบว่าวิธี Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) มีค่า MAPE น้อยที่สุด อยู่ที่ 34% และการกำหนดนโยบายการจัดการวัตถุดิบคงคลังแบบต่อเนื่อง โดยการกำหนดจุด และปริมาณการสั่งซื้อจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ผลดีที่สุด สามารถเพิ่ม Service level เป็น 94%, ลดค่าการขาดสินค้าคงคลังลงได้ 23% และสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ถึง 19% ซึ่งขอบเขตของงานวิจัยนี้ การขยายผลในอนาคต การนำโมเดลการพยากรณ์ที่เลือกใช้ไปใช้งานจริง จะต้องมีการตรวจสอบรูปแบบและลักษณะความต้องการอยู่เสมอเพื่อสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และควรมีการตรวจสอบผลการพยากรณ์อย่างสม่ำเสมอ

ปฏิมาพร (2013) การศึกษาการพยากรณ์ยอดขายสำหรับผู้แทนจำหน่ายเม็ดพลาสติก (Sales Forecasting for a Pellet Plastics Distributor) ปัญหาที่ทำให้เกิดวิจัยฉบับนี้ คือ การบริหารสินค้าคงคลังที่มีมากเกินไปทำให้ต้นทุนการจัดเก็บสูง และบางสินค้ามีน้อยเกินไปทำให้เสียโอกาสในการขาย เช่น บริษัทขาดทุนจากการมีสินค้าคงคลังมากเกินไป มีผลกระทบทำให้ผลประกอบการลดลง 7% (2008) และมีกำไรลดลง 10% เมื่อเทียบกับเป้ากำไรที่คาดการณ์ไว้ จึงศึกษาเพื่อพัฒนาเทคนิคการพยากรณ์ยอดขายรายเดือนให้ใกล้เคียงกับความจริงมากขึ้นของสินค้ากลุ่มทั่วไป และสินค้ากลุ่มที่มีคุณสมบัติพิเศษสำหรับผู้แทนจำหน่ายเม็ดพลาสติกแห่งหนึ่งในประเทศไทยโดยใช้ MAPE เป็นตัวชี้วัด มีสินค้าอยู่ 31 รายการ ได้ทำการศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้วิธี ABC analysis เป็นวิธีในการจัดลำดับความสำคัญของสินค้าที่นำมาศึกษา จึงเลือกศึกษาข้อมูล 5 ลำดับแรก แล้วศึกษาแต่ละสินค้าเป็นคนละตัวแปร และสมการ โดยมีวิธีการพยากรณ์หลายรูปแบบ ดังนี้ Naïve, Moving Average, Winter Exponential smoothing, ARIMA และ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) แบบ 1 ชั้นซ่อน, 2ชั้นซ่อน พบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) แบบ 2ชั้นซ่อนให้ค่า MAPE น้อยที่สุด 1 สินค้า และวิธีพันธุกรรมและโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่า MAPE น้อยที่สุด 4 สินค้า งานวิจัยนี้เป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เพียงแค่การศึกษาเพียงบริษัทเดียว หากจะนำไปใช้กับข้อมูลชุดอื่น ๆ อาจจะต้องมีการปรับพารามิเตอร์ และค่าถ่วงน้ำหนักใหม่

พัชรพร (2018) ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยด้วยวิธีอนุกรมเวลา (Comparison of Thailand's Electricity Consumption Forecasting Method Using Time Series Methods) เพื่อเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมของประเทศไทย โดยสนใจประเภทของปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบบ้านอยู่อาศัยกิจการขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ เพื่อให้ทราบถึงปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการใช้ในอนาคต ค่าพยากรณ์ที่ได้จะช่วยให้การไฟฟ้าหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ในการวางแผน และจัดหาเชื้อเพลิง ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าให้สามารถตอบสนองความต้องการของการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยได้อย่างเพียงพอ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อความน่าเชื่อถือด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย หากมีค่าพยากรณ์ที่น้อยกว่าความเป็นจริงจะส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ และเศรษฐกิจของประเทศ แต่หากมีค่าพยากรณ์สูงกว่าความเป็นจริงจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตไฟฟ้ามากเกินความจำเป็น ในงานวิจัยได้มีการนำข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2002 ถึงเดือนกันยายน ค.ศ. 2018 จำนวน 15 ปี 9 เดือน มีการพยากรณ์ข้อมูลด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ใช้ค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยเป็นการเปรียบเทียบหาวิธีที่ให้ความแม่นยำของการพยากรณ์ที่มากที่สุด พบว่าวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบคูณมีความแม่นยำมากกว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าความผิดพลาดน้อยกว่า ในงานวิจัยมีการเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ 2 วิธี ในอนาคตสามารถนำเทคนิคอื่น ๆ ที่เหมาะสมมาเปรียบเทียบกับ 2 วิธีนี้ เพื่อหาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม

มธุรส (2018) ศึกษาการปรับปรุงการวางแผนการผลิตเพื่อการพยากรณ์การสั่งซื้อวัตถุดิบ (Improving production planning for forecasting the purchase of raw material) เนื่องจากในสถานะการปัจจุบันของทางบริษัทประสบปัญหาในการวางแผนการผลิต และการสั่งวัตถุดิบไม่สอดคล้องกับความต้องการสั่งซื้อของลูกค้า โดยการสั่งวัตถุดิบใช้เวลาการจัดส่ง 3-6 เดือน จึงเกิดการขาดวัตถุดิบในการผลิตทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันตามความต้องการของลูกค้า มีการนำข้อมูลย้อนหลังในปี ค.ศ. 2013 -2017 ระยะเวลา 5 ปี จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังพบว่ามีลักษณะของข้อมูลมีแนวโน้มสูงขึ้น และเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ได้ทำการเลือกเทคนิคการพยากรณ์ 5 วิธี คือ เทคนิคพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, เทคนิคการปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลอย่างง่าย, เทคนิคการปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลแบบโฮลท์, เทคนิคการปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลแบบวินเทอร์ และเทคนิคบอกซ์-เจนกินส์ จากข้อมูลย้อนหลังได้มีการแบ่งประเภทของเครื่องจักรที่ผลิตออกเป็น 7 ชนิด พบว่าเครื่องจักรกลุ่ม A มียอดขายสูงกว่าทุกกลุ่ม พบปัญหาชิ้นส่วนในการประกอบไม่เพียงพอ รวมไปถึงในรุ่นย่อย A6 มีแนวโน้มปริมาณการสั่งซื้อเพิ่มขึ้น 50% และมีแนวโน้มจะสูงขึ้นอีกเรื่อย ๆ จึงเลือกเครื่องจักรกลุ่ม A มาทำการพยากรณ์ โดยใช้ค่าความผิดพลาดทั้งหมด 4 ค่า ดังนี้ ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAD), ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE), ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความผิดพลาด (MSE) และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง

(RMSE) ในการเปรียบเทียบเพื่อเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด พบว่าเทคนิคการปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลแบบวินเทอร์มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด จึงเลือกใช้เทคนิคนี้ในการพยากรณ์ช่วยให้ส่งสินค้าได้ทันตามกำหนด และลดต้นทุนค่าขนส่งสินค้าทางเครื่องบินได้ถึง 10 ล้านบาท เนื่องจากเทคนิคการพยากรณ์มีค่อนข้างหลากหลาย ในการขยายผลของงานวิจัยนี้อาจมีการนำเทคนิคอื่น ๆ มาช่วยในการพยากรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ได้วิธีที่เหมาะสมตามเศรษฐกิจ และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นพบว่า งานวิจัยด้านพยากรณ์ส่วนใหญ่ต้องการพัฒนาความแม่นยำในการพยากรณ์ชุดข้อมูลต่าง ๆ หรือรูปแบบของธุรกิจที่แตกต่างกันออกไป ปัญหาที่งานวิจัยต่าง ๆ มีคล้ายกัน หากตัวเลขการพยากรณ์น้อยเกินไปทำให้สินค้ามีไม่พอต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้เสียโอกาสในการจำหน่ายสินค้า และมีการพยากรณ์มากเกินไปทำให้สินค้าคงคลังมีอยู่ในคลังสินค้าจำนวนมากทำให้ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลังค่อนข้างสูง ส่งผลกระทบต่อรายได้โดยรวมของทางบริษัท จึงมีการเริ่มต้นศึกษาการพยากรณ์เพื่อให้ได้เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม เริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วทำการเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่คาดว่าจะเหมาะสม ซึ่งบางงานวิจัยมีเพียง 2 เทคนิค หรือในบางงานวิจัยมีถึง 6 เทคนิค เลือกเทคนิคที่เหมาะสมจากค่าความผิดพลาดขึ้นอยู่กับชนิดของค่าความผิดพลาดที่เลือกมาใช้ในการเปรียบเทียบ โดยในงานวิจัยบางชิ้นต้องการนำตัวเลขที่ได้จากการพยากรณ์มาทำการวางแผนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้การวางแผนที่มีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับงานวิจัยนี้ที่ไม่ใช่เพียงแต่ต้องการส่งตัวเลขการพยากรณ์ให้กับโรงงานเพื่อเตรียมการผลิตเท่านั้น ยังศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อยอดขายเพื่อนำมาวางแผนกลยุทธ์ที่เหมาะสม การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้มีความรู้เพิ่มเติมในการศึกษาแก้ปัญหางานวิจัยฉบับนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

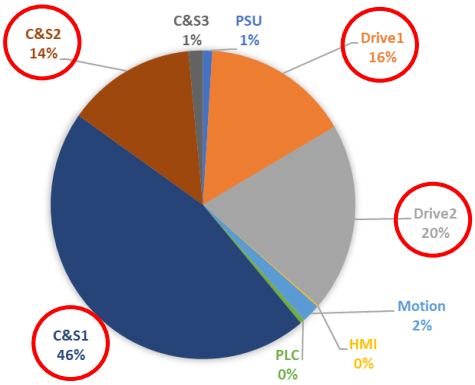
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
การวิเคราะห์ปัญหา

งานวิจัยฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ยอดขายของสินค้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมราคาประหยัดในตัวแทนจำหน่าย รวมถึงศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อยอดขาย โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะลดค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับตัวเลขพยากรณ์ยอดขายสินค้า และสามารถเข้าใจถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อยอดขายสินค้า ผู้วิจัยได้เริ่มศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา พบว่ามีการใช้งานวิธีการพยากรณ์แบบ Naïve Seasonal เนื่องจากไม่ทราบเกี่ยวกับเทคนิคการพยากรณ์ที่สามารถเลือกใช้งานได้ และคิดว่าวิธีที่ทำอยู่เพียงพอแล้ว ปัญหาเริ่มเห็นเด่นชัดมากขึ้นเมื่อมีการตอบกลับมาจากโรงงานว่า ประเทศไทยมีค่าความผิดพลาดของตัวเลขพยากรณ์ยอดขายที่ค่อนข้างสูง ส่งผลให้ค่าความน่าเชื่อถือที่ทางโรงงานให้กับประเทศไทยต่ำ นอกจากนี้ยังมีการแจ้งเตือนจากทางโรงงานว่า หากค่าความผิดพลาดของตัวเลขการพยากรณ์ไม่มีการพัฒนาขึ้น ทางโรงงานไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะมีการจัดส่งสินค้าให้ประเทศไทยได้ตามที่พยากรณ์มาหรือไม่ ทำให้ผู้บริหารระดับสูงของบริษัทกรณีศึกษาตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวมากขึ้น มีนโยบายให้ผู้จัดการสินค้า (Product Manager) ที่ดูแลแต่ละสินค้าทำการหาวิธีที่เหมาะสมที่ช่วยในการพัฒนาค่าความผิดพลาดของตัวเลขพยากรณ์ในแต่ละสินค้า ผู้วิจัยได้รับหน้าที่ดูแลสินค้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ประเภทราคาประหยัด ผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกสินค้าในกลุ่มดังกล่าวแล้วนำมาวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูลยอดขายสินค้า และลูกค้าแต่ละประเภท รวมถึงกราฟ Time Series และกราฟ Autocorrelation ว่ามีลักษณะใดแล้วจึงเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมต่อรูปแบบข้อมูลดังกล่าว

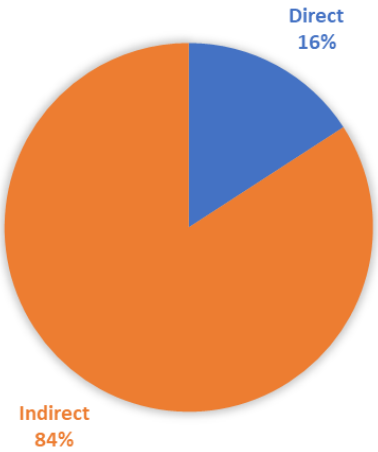
3.1 วิเคราะห์ข้อมูลยอดขายเพื่อเลือกประเภทสินค้าและประเภทลูกค้าที่สนใจ

การวิเคราะห์ข้อมูลยอดซื้อจากตัวแทนจำหน่ายย้อนหลังตั้งแต่ปี ค.ศ. 2015 – 2019 เป็นระยะเวลา 5 ปี โดยวิเคราะห์สัดส่วนของยอดขายในแต่ละสินค้าในกลุ่มสินค้าอุตสาหกรรมแบบราคาประหยัด ซึ่งมีสินค้าในกลุ่มนี้อยู่ 9 ประเภท แต่พบว่ามีสินค้าจำนวน 4 ประเภทที่คิดเป็น 96 เปอร์เซ็นต์ของยอดขายทั้งหมดในสินค้ากลุ่มนี้ คือ สินค้าประเภท Drive 1, Drive 2, Control and Signaling 1 และ Control and Signaling 2 จึงเลือกที่จะพยากรณ์สินค้า 4 ประเภทนี้



รูปที่ 3.1 กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนยอดขายของสินค้าแต่ละประเภท

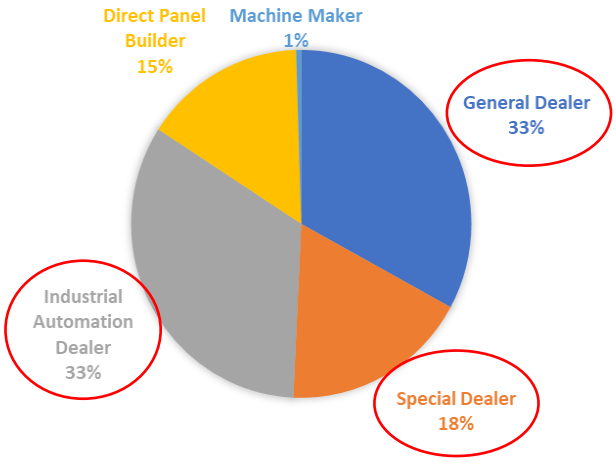
นอกจากการพยากรณ์ตามประเภทของสินค้า ผู้วิจัยทำการพยากรณ์ยอดขายของช่องทางการจัดจำหน่าย ดังรูปที่ 3.2 สัดส่วนของช่องทางการขายตรงคิดเป็น 16 เปอร์เซ็นต์ของยอดขายทั้งหมด และช่องทางการขายผ่านตัวแทนคิดเป็น 84 เปอร์เซ็นต์ของยอดขายทั้งหมด



รูปที่ 3.2 กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนยอดขายของลูกค้าประเภทซื้อตรง และซื้อผ่านตัวแทนขาย

ผู้วิจัยวิเคราะห์เพิ่มเติมในสัดส่วนของลูกค้าแต่ละประเภทดังแสดงในลักษณะของแผนภูมิวงกลมในรูปที่ 3.3 ตัวแทนทั่วไปมียอดขายเป็น 33 เปอร์เซ็นของยอดขายทั้งหมด, ตัวแทนทางอุตสาหกรรมมียอดขายเป็น 33 เปอร์เซ็นต์ของยอดขายทั้งหมด, ตัวแทนเฉพาะทางมียอดขายเป็น 18 เปอร์เซ็นของยอดขายทั้งหมด, ผู้ผลิตระบบตู้แบบซื้อตรงคิดเป็น 15 เปอร์เซ็นของยอดขายทั้งหมด และผู้ผลิตเครื่องจักรแบบซื้อตรงคิดเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ของยอดขายทั้งหมด จึงทำการเลือกศึกษาช่องทางการจัดจำหน่ายประเภทตัวแทนทั้ง 3 ประเภท ซึ่งคิดเป็น 84 เปอร์เซ็นต์ของยอดขายทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.3 กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนยอดขายของลูกค้าแต่ละประเภท

พิจารณาข้อมูลยอดขายของสินค้าราคาประหยัดของบริษัทกรณีศึกษามี 2 ชนิด คือ ยอดซื้อที่ตัวแทนจำหน่ายซื้อกับบริษัทกรณีศึกษา และยอดขายที่ตัวแทนขายสู่ลูกค้าปลายทาง เพื่อต้องการวิเคราะห์ตลาดที่เกิดขึ้นได้อย่างแท้จริงโดยไม่มีผลกระทบจากการเก็บสต็อคของตัวแทน งานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษายอดขายที่ตัวแทนขายสู่ลูกค้าปลายทาง มีการเก็บข้อมูลยอดขายออกปีค.ศ. 2018-2020 แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่หนึ่งปีค.ศ. 2018-2019 ใช้สำหรับวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ ชุดที่สองปีค.ศ. 2020 ใช้ทดสอบผลการพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์ในข้อมูลชุดที่หนึ่ง

3.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อยอดขาย และสมมติฐาน

3.2.1 ราคาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือน (Price) คำนวณจากราคาเฉลี่ยต่อหน่วยของสินค้าประเภทต่าง ๆ ในแต่ละเดือน

สมมติฐาน คือ เมื่อราคาเพิ่มขึ้น ความต้องการจะลดลง และยอดขายของสินค้าดังกล่าวก็จะลดลงตามไปด้วย

3.2.2 Point of Sale (POS) สามารถวัดได้แตกต่างกันตามประเภทของลูกค้า เช่น ลูกค้าประเภทร้านค้าวัดจากจำนวนร้านค้าที่จำหน่ายสินค้าราคาประหยัดของทางบริษัทกรณีศึกษา และลูกค้าประเภทผู้ผลิตระบบตู้วัดจากจำนวนผู้ผลิตระบบตู้ที่ใช้สินค้าราคาประหยัดของบริษัทกรณีศึกษาในการผลิตระบบตู้

สมมติฐาน คือ เมื่อ point of sales (POS) มากขึ้น จะทำให้การกระจายของสินค้ามากเพิ่มขึ้นตามไปด้วยส่งผลให้ยอดขายของสินค้าดังกล่าวเพิ่มขึ้น

3.2.3 การจัดทำโปรโมชั่นในแต่ละเดือน มีความแรงของโปรโมชั่นในระดับที่แตกต่างกันวัดจากเปอร์เซ็นต์ของของแถมหรือการลดราคาเมื่อเทียบกับยอดขายต่อหน่วยของสินค้าที่จัดทำโปรโมชั่น

สมมติฐาน คือ เดือนใดที่มีโปรโมชั่น จะส่งผลให้ยอดขายเพิ่มขึ้น โดยยอดขายจะเพิ่มขึ้นตามความแรงของโปรโมชั่นเช่นเดียวกัน

3.2.4 การแต่งตั้งตัวแทนใหม่ให้จำหน่ายสินค้าราคาประหยัด การเข้ามาเป็นตัวแทนขายจะต้องมีการสั่งสินค้าล๊อตแรกในปริมาณที่สมเหตุสมผลกับยอดที่ตั้งร่วมกันไว้

สมมติฐาน คือ เมื่อมีการแต่งตั้งตัวแทนใหม่จะทำให้ยอดขายพุ่งขึ้นสูงเนื่องจากมีการสั่งสินค้าล๊อตแรก

3.2.5 ยอดที่ตั้งให้กับตัวแทนจำหน่ายแต่ละบริษัท ตัวแทนจำหน่ายแต่ละบริษัทจะได้รับการตั้งยอด เป็นการตกลงกันระหว่างบริษัทกรณีศึกษา และบริษัทตัวแทนจำหน่าย โดยจะตั้งยอดทั้งปีตามปีปฏิทิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมมติฐาน คือ หากยอดขายที่ทำการตั้งให้ตัวแทนเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ยอดขายของสินค้าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

3.2.6 การตั้งยอดขายจะมีการตั้งยอดขายทั้งปี จะมีการแบ่งส่วนของการตั้งยอดออกเป็นทุกๆ 3 เดือน และการจ่ายโบนัสให้กับเซลล์ของบริษัทจะวัดยอดขายรวมทุก ๆ 3 เดือนเช่นกัน ปัจจัยหนึ่งที่คิดว่ามีผลก็คือการจบเดือนที่ 3 ของทุก ๆ ช่วง

สมมติฐาน คือ ยอดขายจะสูงขึ้นในเดือน 3, 6, 9 และ 12 เนื่องจากเป็นเดือนที่พนักงานขายต้องการจะปิดยอด รวมไปถึงการวัดผลของตัวแทนจะวัดผลยอดขายรวมทุก ๆ 3 เดือนเช่นเดียวกัน

3.2.7 การปรับขึ้นราคา สินค้ามีการขึ้นราคาอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ในช่วงเดือนเมษายน จะทำให้ช่วงเดือนมีนาคมมีการสั่งซื้อเข้ามาเช่นกัน เนื่องจากตัวแทนจำหน่ายต้องการได้ราคาต้นทุนที่เท่าเดิมก่อนที่ราคาจะขึ้น และในบางช่วงเวลามีการปรับราคาลงให้เหมาะสมกับตลาดเช่นกัน บริษัทกรณีศึกษามีนโยบายการปรับขึ้นราคาในทุก ๆ ปี ขึ้นอยู่กับต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงไป และจะมีการประกาศให้ทราบก่อนล่วงหน้าเป็นเวลา 1 เดือน

สมมติฐาน คือ ยอดขายจะเพิ่มขึ้นในเดือนก่อนหน้าที่จะมีการปรับขึ้นราคา เนื่องจากลูกค้าต้องการเก็บสินค้าที่จะต้องใช้อยู่ประจำในราคาเดิม

3.2.8 นอกจากสถานการณ์ในบริษัทที่ส่งผลต่อยอดขายแล้ว ยังมีปัจจัยภายนอก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product, GDP) มูลค่าตลาดของสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ผลิตในประเทศในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ โดยไม่คำนึงว่าผลผลิตนั้นจะผลิตขึ้นจะจากวัตถุดิบของประเทศใด โดยการคิดค้นของ Simon Kuznets นักเศรษฐศาสตร์ชาวรัสเซียพบว่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศเป็นตัวบ่งชี้ถึงมาตรฐานการครองชีพของประเทศนั้น ๆ GDP มีการคำนวณมาจากหลายปัจจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังสมการ

$$GDP = C + I + G + (X - M) \quad (19)$$

โดยที่ C คือ Consumption (การบริโภค) ซึ่งรวมค่าใช้จ่ายส่วนบุคคล เช่น อาหาร, ค่าเช่า, ค่ายา แต่ไม่มีการคิดรวมการซื้อที่อยู่อาศัยหลังใหม่

I คือ Investment (การลงทุน) การลงทุนในธุรกิจของสินค้าทุน เช่น การซื้ออุปกรณ์เครื่องจักรสำหรับโรงงาน, การก่อสร้างเหมืองแร่ใหม่, การซื้อซอฟต์แวร์ และการซื้อที่อยู่อาศัยใหม่

G คือ Government Spending (รายจ่ายรัฐบาล) ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรัฐบาลที่ใช้ซื้อสินค้า รวมถึงบริการต่าง ๆ, เงินเดือนข้าราชการ, การซื้ออาวุธของทหาร และการลงทุนของรัฐ

X คือ Export (การส่งออก)

M คือ Import (การนำเข้า)

นำข้อมูล GDP ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงค่า GDP แต่ละ Quarter ตั้งแต่ปีค.ศ. 2018-2020 (Monetary policy report, March 2019-2021:Bank of Thailand)

ปี	Quarter 1	Quarter 2	Quarter 3	Quarter 4
ค.ศ. 2018	5.0	4.7	3.2	3.7
ค.ศ. 2019	2.9	2.4	2.6	1.5
ค.ศ. 2020	-2.1	-12.1	-6.4	-4.2

สมมติฐาน คือ เมื่อ GDP ของประเทศมีค่าเพิ่มขึ้นบ่งบอกถึงสัญญาณเศรษฐกิจของประเทศในช่วงต่าง ๆ ส่งผลให้ยอดขายสินค้าเพิ่มขึ้น

3.2.9 ยอดซื้อจากตัวแทนจำหน่ายในกลุ่มสินค้าราคาปกติที่มีประเภทสินค้าเดียวกัน

สมมติฐาน คือ หากยอดซื้อจากตัวแทนจำหน่ายของกลุ่มสินค้าราคาปกติที่มีประเภทสินค้าเดียวกันสูง แสดงถึงความถนัดในการจำหน่ายสินค้าประเภทดังกล่าว ส่งผลให้ยอดขายของสินค้าราคาประหยัดชนิดเดียวกันสูงเช่นเดียวกัน เนื่องจากตัวแทนจำหน่ายมีความเชี่ยวชาญ และรู้จักตลาดเกี่ยวกับสินค้าประเภทดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2.10 ยอดซื้อจากตัวแทนจำหน่ายในกลุ่มสินค้าราคาประหยัดที่มีประเภทสินค้าเดียวกัน

สมมติฐาน คือ หากยอดซื้อจากตัวแทนจำหน่ายในกลุ่มสินค้าราคาประหยัดที่มีประเภทสินค้าเดียวกันสูง แสดงว่าตัวแทนจำหน่ายมีการเก็บสินค้าดังกล่าวไว้ที่สต๊อคส่งผลให้ยอดขายของสินค้าราคาประหยัดสูง เพราะตัวแทนจำหน่ายต้องการจำหน่ายสินค้าที่มีพร้อมในสต๊อค

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ และพยากรณ์

- โปรแกรม Minitab version 18 ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล และช่วยในการพยากรณ์วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series Analysis)

- โปรแกรม Microsoft Excel 365 ช่วยในการพยากรณ์วิธีนาอีฟสำหรับข้อมูลอนุกรมฤดูกาล (Naïve for seasonal), วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) และวิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing)

- โปรแกรม SPSS version22 ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล และช่วยในการพยากรณ์วิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA

3.4 หลักการในการเลือกวิธีการพยากรณ์

การตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์เพื่อใช้งานจริงนั้นขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน รวมไปถึงผู้ที่นำไปใช้งาน ในการตัดสินใจทางธุรกิจ แผนโฆษณา, แผนการตลาด, การวางแผนการผลิต เพื่อไปกำหนดการจัดซื้อจัดหาวัตถุดิบในการผลิตตลอดจนการวางแผนกำลังพลในการผลิต เพื่อลดความผิดพลาดในการตัดสินใจทางธุรกิจ การตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจทางธุรกิจจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง (ปฏิมาพร, 2013)

กำหนดหลักการเลือกวิธีการพยากรณ์ ดังนี้

- วิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE ที่น้อยที่สุด

- ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลก่อนการพยากรณ์ ลักษณะของข้อมูลและจำนวนของข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์ ซึ่งต้องทราบถึงแหล่งของข้อมูล ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความเป็นไปได้ในการเก็บข้อมูลในอนาคต

- ระยะเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์แต่ละครั้ง ความถี่ในการพยากรณ์ แต่ละวิธีใช้เวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลและการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน วิธีการพยากรณ์ที่ค่อนข้างยุ่งยากส่งผลให้ใช้เวลาในการพยากรณ์ที่นานขึ้นตามไปด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ความยากง่ายในการใช้งาน ความยุ่งยากและซับซ้อนในการใช้งานส่งผลถึงระยะเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์ อาจจะไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน ยากต่อการอธิบายในกับผู้ใช้งานอื่น ๆ และยากต่ออธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจผลการพยากรณ์

- เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ และพยากรณ์ เครื่องมือที่มีความยุ่งยาก ต้องใช้ค่าใช้จ่ายเพื่อลงทุนซื้อเครื่องมือดังกล่าวมาใช้งาน อาจต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าของการลงทุนดังกล่าว

3.5 ขั้นตอนการพยากรณ์

จากรูปที่ 3.4 แสดงถึงขั้นตอนการพยากรณ์พื้นฐานทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ในการพยากรณ์ ทำการพยากรณ์เพื่ออะไร ต้องการใช้ผลการพยากรณ์เมื่อไร รวมถึงระดับความแม่นยำที่ต้องการจากการพยากรณ์

ขั้นตอนที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์

ขั้นตอนที่ 3 เลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม จากการวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 พยากรณ์ และวิเคราะห์ผลที่ได้จากการพยากรณ์

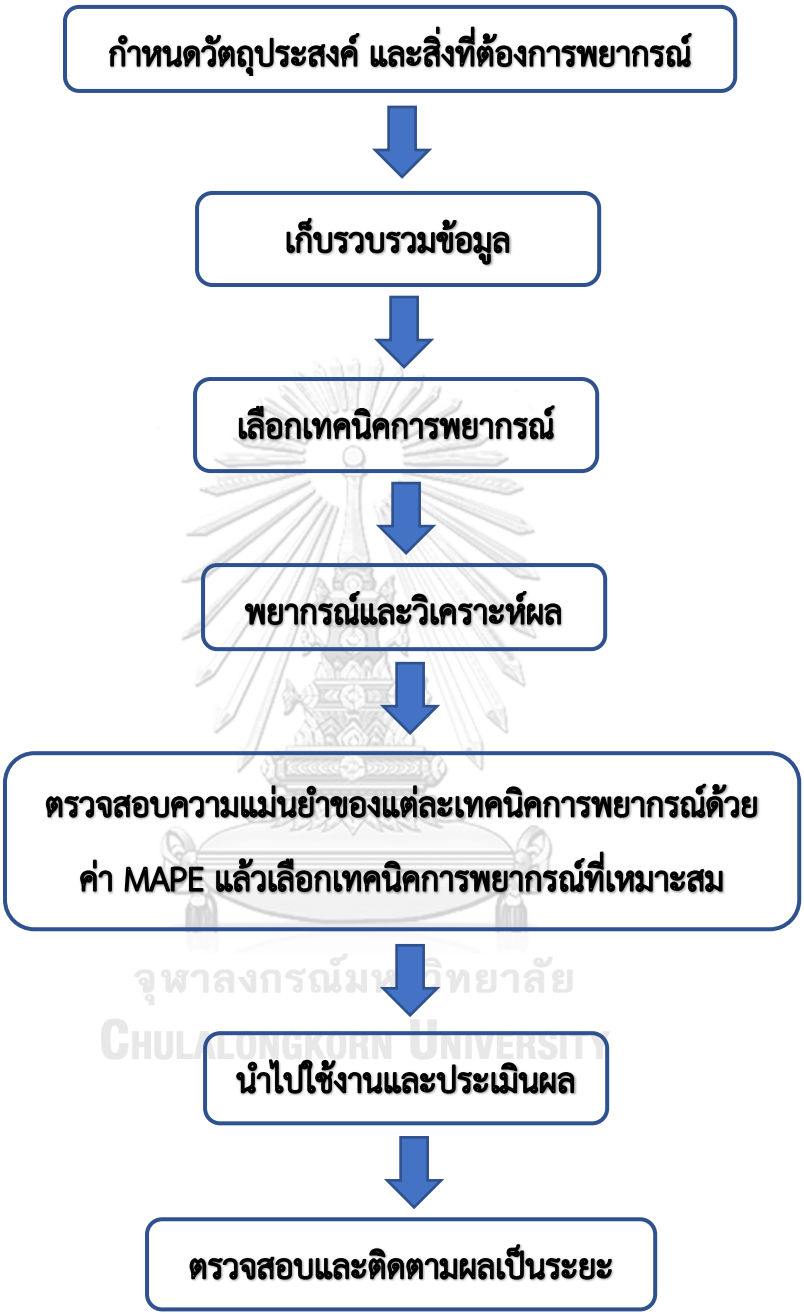
ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความแม่นยำของผลการพยากรณ์แต่ละเทคนิคด้วยการเปรียบเทียบค่า MAPE ที่ได้จากแต่ละเทคนิค เพื่อเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 6 นำเทคนิคที่เลือกใช้ไปใช้งาน และประเมินผล

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบผลการพยากรณ์ และติดตามเป็นระยะโดยการกำหนดการควบคุมการพยากรณ์ว่าค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ภายใต้การควบคุม (In Control) หรือไม่

หลังจากการพยากรณ์เสร็จสิ้น และได้นำไปใช้งานแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีขั้นตอนในการตรวจสอบและติดตามผลเป็นระยะ ๆ เพื่อปรับปรุง แก้ไขให้วิธีการพยากรณ์ยังคงให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำตามระยะเวลาและข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการพยากรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
หลักการและแนวคิด

การพัฒนาการพยากรณ์ยอดขายของการพยากรณ์ยอดขายของสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดในกลุ่มตัวแทนจำหน่ายโดยการนำข้อมูลยอดขายออกของตัวแทนจำหน่ายย้อนหลังปีค.ศ. 2018-2019 (Training data) มาพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี สามารถแสดงหลังการแนวคิดแต่ละวิธีได้ดังนี้

4.1 วิธีนาอีฟสำหรับข้อมูลอนุกรมฤดูกาล (Naïve for seasonal)

วิธีนาอีฟสำหรับข้อมูลอนุกรมฤดูกาลเป็นวิธีการปัจจุบันที่มีการใช้งานในการพยากรณ์ยอดขายของสินค้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ประเภทราคาประหยัด บริษัทกรณีศึกษามีกรอบแนวความคิดว่ายอดขาย หรือความต้องการในอนาคตมีค่าเท่ากับยอดขาย หรือความต้องการในอดีตที่มีช่วงเวลาเดียวกันอ้างอิงหลักการอนุกรมเวลา วิธีการดังกล่าวใช้งานได้ง่าย และรวดเร็ว ผู้ใช้งานในบริษัทกรณีศึกษาใช้วิธีนาอีฟสำหรับข้อมูลอนุกรมฤดูกาลกันอย่างแพร่หลาย มีรูปแบบของสูตรที่ใช้งานในโปรแกรม Microsoft Excel ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รูปแบบของสูตรที่ใช้งานในโปรแกรม Microsoft Excel

Month	t	ค่าจริง A_t	ค่าพยากรณ์ $\hat{Y}(F_t)$	Month	t	ค่าจริง A_t	ค่าพยากรณ์ $\hat{Y}(F_t)$
Jan-18	1	A1		Jan-19	13	A13	F13 = A1
Feb-18	2	A2		Feb-19	14	A14	F14 = A2
Mar-18	3	A3		Mar-19	15	A15	F15 = A3
Apr-18	4	A4		Apr-19	16	A16	F16 = A4
May-18	5	A5		May-19	17	A17	F17 = A5
Jun-18	6	A6		Jun-19	18	A18	F18 = A6
Jul-18	7	A7		Jul-19	19	A19	F19 = A7
Aug-18	8	A8		Aug-19	20	A20	F20 = A8
Sep-18	9	A9		Sep-19	21	A21	F21 = A9
Oct-18	10	A10		Oct-19	22	A22	F22 = A10
Nov-18	11	A11		Nov-19	23	A23	F23 = A11
Dec-18	12	A12		Dec-19	24	A24	F24 = A12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำวิธีนาอีฟสำหรับอนุกรมฤดูกาลมาเป็น Base Line เนื่องจากเป็นวิธีพยากรณ์ที่บริษัทกรณีศึกษาใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ใช้ค่า MAPE เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการต่าง ๆ เริ่มจากค่า MAPE ของผลการพยากรณ์แบบนาอีฟแบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์แบบนาอีฟแบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย

ประเภท	**MAPE (Naïve Seasonal) (%) แบบจำนวนชิ้น**	**MAPE (Naïve Seasonal) (%) แบบยอดขาย**
Drive 1	2,091.67	1,890.79
Drive 2	894.86	890.26
C&S 1	11.76	16.92
C&S 2	44.07	40.29
ตัวแทนทั่วไป	21.32	30.78
ตัวแทนเฉพาะทาง	49.46	53.4
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	98.78	108.67

4.2 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average)

การใช้วิธี Moving Average ช่วยกระจายความผิดปกติออกไปจากข้อมูล บางเดือนที่มียอดขายสูงขึ้นอย่างมาก หรือลดลงอย่างรวดเร็ว วิธี Moving Average จะช่วยทำให้ค่าที่สูง หรือต่ำผิดปกติดังกล่าวไม่ส่งผลเด่นชัดต่อค่าพยากรณ์จนทำให้ค่าความผิดพลาดของค่าพยากรณ์สูง แต่อย่างไรก็ดีวิธีปรับเรียบผ่านค่าเฉลี่ยเป็น Indicator ที่ให้สัญญาณช้า เหมาะกับลักษณะของข้อมูลที่เปลี่ยนไปอย่างช้า ๆ ใช้ค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปตามช่วงเวลาในรูปแบบ MA(3) ใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยย้อนหลังทุก ๆ 3 เดือนมาพยากรณ์ สามารถแสดงรูปแบบของสูตรการพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA(3)) ในโปรแกรม Microsoft Excel ดังตารางที่ 4.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3 รูปแบบของสูตรการพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA(3)) ในโปรแกรม Microsoft Excel

Month	t	ค่าจริง A_t	ค่าพยากรณ์ $\hat{Y}(F_t)$	Month	t	ค่าจริง A_t	ค่าพยากรณ์ $\hat{Y}(F_t)$
Jan-18	1	A1		Jan-19	13	A13	F13 = (A11+A12+A13)/3
Feb-18	2	A2		Feb-19	14	A14	F14 = (A12+A13+A14)/3
Mar-18	3	A3	F3 = (A1+A2+A3)/3	Mar-19	15	A15	F15 = (A13+A14+A15)/3
Apr-18	4	A4	F4 = (A2+A3+A4)/3	Apr-19	16	A16	F16 = (A14+A15+A16)/3
May-18	5	A5	F5 = (A3+A4+A5)/3	May-19	17	A17	F17 = (A15+A16+A17)/3
Jun-18	6	A6	F6 = (A4+A5+A6)/3	Jun-19	18	A18	F18 = (A16+A17+A18)/3
Jul-18	7	A7	F7 = (A5+A6+A7)/3	Jul-19	19	A19	F19 = (A17+A18+A19)/3
Aug-18	8	A8	F8 = (A6+A7+A8)/3	Aug-19	20	A20	F20 = (A18+A19+A20)/3
Sep-18	9	A9	F9 = (A7+A8+A9)/3	Sep-19	21	A21	F21 = (A19+A20+A21)/3
Oct-18	10	A10	F10 = (A8+A9+A10)/3	Oct-19	22	A22	F22 = (A20+A21+A22)/3
Nov-18	11	A11	F11 = (A9+A10+A11)/3	Nov-19	23	A23	F23 = (A21+A22+A23)/3
Dec-18	12	A12	F12 = (A10+A11+A12)/3	Dec-19	24	A24	F24 = (A22+A23+A24)/3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำนวณค่า MAPE จากผลการพยากรณ์วิธี Moving Average จากรูปแบบการคำนวณในตารางที่ 4.3 ค่า MAPE ของพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบจำนวนชิ้น และยอดขาย

ประเภท	MAPE (MA(3)) (%) แบบจำนวนชิ้น	MAPE (MA(3)) (%) แบบยอดขาย
Drive 1	954.13	957.58
Drive 2	971.96	50.11
C&S 1	19.00	33.88
C&S 2	37.61	40.70
ตัวแทนทั่วไป	21.47	21.69
ตัวแทนเฉพาะทาง	25.58	27.07
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	54.06	48.87

4.3 วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing)

การพยากรณ์ยอดขายของสินค้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ประเภทราคาประหยัดด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลในอดีตทุกตัว เริ่มจากการให้ค่าความสำคัญกับข้อมูลที่ใกล้ปัจจุบันมากที่สุด และลดหลั่นกันมาแบบเอกซ์โพแนนเชียล

ข้อมูลมีลักษณะเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างช้า ๆ ในแต่ละช่วงเวลาจึงเลือกใช้อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาลข้อมูลเชิงคูณ (Multiplicative Seasonal) ในการคำนวณค่าพยากรณ์ มีสมการดังนี้

$$\hat{Y}_{t+n} = (L_t + nT_t)S_{t+n-p} \quad (20)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อ Level: $$L_t = \propto \left(\frac{Y_t}{S_{t-p}}\right) + (1-\propto)(L_t + T_{t-1}) \quad (21)$$

Trend: $$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (22)$$

Season: $$S_t = \gamma\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) + (1-\gamma)(S_{t-p}) \quad (23)$$

สมการข้างต้นไปจัดทำรูปแบบของสูตรการพยากรณ์วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ ในโปรแกรม Microsoft Excel ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 รูปแบบของสูตรการพยากรณ์วิธีวิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ในโปรแกรม MS Excel

Month	t	ค่าจริง A_t	ค่าพยากรณ์ $\hat{Y}(F_t)$	MAPE	Level	Trend	Season
Jan-18	1	A1					S1=A1/(AvearageA1-A12)
Feb-18	2	A2					S2=A2/(AvearageA1-A12)
Mar-18	3	A3					S3=A3/(AvearageA1-A12)
Apr-18	4	A4					S4=A4/(AvearageA1-A12)
May-18	5	A5					S5=A5/(AvearageA1-A12)
Jun-18	6	A6					S6=A6/(AvearageA1-A12)
Jul-18	7	A7					S7=A7/(AvearageA1-A12)
Aug-18	8	A8					S8=A8/(AvearageA1-A12)
Sep-18	9	A9					S9=A9/(AvearageA1-A12)
Oct-18	10	A10					S10=A10/(AvearageA1-A12)
Nov-18	11	A11					S11=A11/(AvearageA1-A12)
Dec-18	12	A12					S12=A12/(AvearageA1-A12)
Jan-19	13	A13			L13=A13/S1	T13=(A13/S1)/(A12/S11)	S13=γ*(A13/L13)+(1-γ)*S1
Feb-19	14	A14	F14=(L13+T13)*S2	E14=ABS(A14-F14)/A14	L14=∝*(Y14/S2)+(1-∝)*(L13+T13)	T14=β*(L14-L13)+(1-β)*T13	S14=γ*(A14/L14)+(1-γ)*S2
Mar-19	15	A15	F15=(L14+T14)*S3	E15=ABS(A15-F15)/A15	L15=∝*(Y15/S3)+(1-∝)*(L14+T14)	T15=β*(L15-L14)+(1-β)*T14	S15=γ*(A15/L15)+(1-γ)*S3
Apr-19	16	A16	F16=(L15+T15)*S4	E16=ABS(A16-F16)/A16	L16=∝*(Y16/S4)+(1-∝)*(L15+T15)	T16=β*(L16-L15)+(1-β)*T15	S16=γ*(A16/L16)+(1-γ)*S4
May-19	17	A17	F17=(L16+T16)*S5	E17=ABS(A17-F17)/A17	L17=∝*(Y17/S5)+(1-∝)*(L16+T16)	T17=β*(L17-L16)+(1-β)*T16	S17=γ*(A17/L17)+(1-γ)*S5
Jun-19	18	A18	F18=(L17+T17)*S6	E18=ABS(A18-F18)/A18	L18=∝*(Y18/S6)+(1-∝)*(L17+T17)	T18=β*(L18-L17)+(1-β)*T17	S18=γ*(A18/L18)+(1-γ)*S6
Jul-19	19	A19	F19=(L18+T18)*S7	E19=ABS(A19-F19)/A19	L19=∝*(Y19/S7)+(1-∝)*(L18+T18)	T19=β*(L19-L18)+(1-β)*T18	S19=γ*(A19/L19)+(1-γ)*S7
Aug-19	20	A20	F20=(L19+T19)*S8	E20=ABS(A20-F20)/A20	L20=∝*(Y20/S8)+(1-∝)*(L20+T20)	T20=β*(L20-L19)+(1-β)*T19	S20=γ*(A20/L20)+(1-γ)*S8
Sep-19	21	A21	F21=(L20+T20)*S9	E21=ABS(A21-F21)/A21	L21=∝*(Y21/S9)+(1-∝)*(L21+T21)	T21=β*(L21-L20)+(1-β)*T20	S21=γ*(A21/L21)+(1-γ)*S9
Oct-19	22	A22	F22=(L21+T21)*S10	E22=ABS(A22-F22)/A22	L22=∝*(Y22/S10)+(1-∝)*(L22+T22)	T22=β*(L22-L21)+(1-β)*T21	S22=γ*(A22/L22)+(1-γ)*S10
Nov-19	23	A23	F23=(L22+T22)*S11	E23=ABS(A23-F23)/A23	L23=∝*(Y23/S11)+(1-∝)*(L23+T23)	T23=β*(L23-L22)+(1-β)*T22	S23=γ*(A23/L23)+(1-γ)*S11
Dec-19	24	A24	F24=(L23+T23)*S12	E24=ABS(A24-F24)/A24	L24=∝*(Y24/S12)+(1-∝)*(L24+T24)	T24=β*(L24-L23)+(1-β)*T23	S24=γ*(A24/L24)+(1-γ)*S12
			Summary	∑E=SumE14-E24			
			MAPE	(∑E*100)/11			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประยุกต์การคำนวณค่าคงที่ปรับให้เรียบ 3 ค่า ดังนี้ α สัมประสิทธิการปรับแนวระดับ, β สัมประสิทธิการปรับแนวโน้มและ δ สัมประสิทธิการปรับฤดูกาลที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 จากการ Optimization ด้วยหลักการ minimize ค่า MAPE

การนำไปใช้งานค่าคงที่ปรับเรียบทั้ง 3 ค่าสามารถคำนวณใหม่ได้ทุกเดือนจากฟังก์ชั่น optimization ใน Microsoft excel ทำให้ค่าคงที่ปรับเรียบที่ใช้คำนวณแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 4.6 ค่าปรับให้เรียบ (การพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น)

ประเภท	α	β	δ
Drive 1	0.70	1.15	0.10
Drive 2	0.98	0.98	0.10
C&S 1	0.17	3.19	0.10
C&S 2	0.36	0.13	0.10
ตัวแทนทั่วไป	0.79	0.64	0.10
ตัวแทนเฉพาะทาง	0.03	1.25	0.10
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	0.07	0.56	0.10

ตารางที่ 4.7 ค่าปรับให้เรียบ (การพยากรณ์แบบยอดขาย)

ประเภท	α	β	δ
Drive 1	1.11	1.17	0.10
Drive 2	0.21	1.13	0.10
C&S 1	0.43	1.33	0.10
C&S 2	0.08	1.65	0.10
ตัวแทนทั่วไป	0.94	0.20	0.10
ตัวแทนเฉพาะทาง	0.05	9.24	0.10
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	0.11	0.66	0.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ด้วยหลักการ Minimize MAPE ของ การประยุกต์ Optimization จึงสรุปค่า MAPE พยากรณ์วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์แบบจำนวนชิ้น และยอดขาย แสดงในตารางที่ 4.8

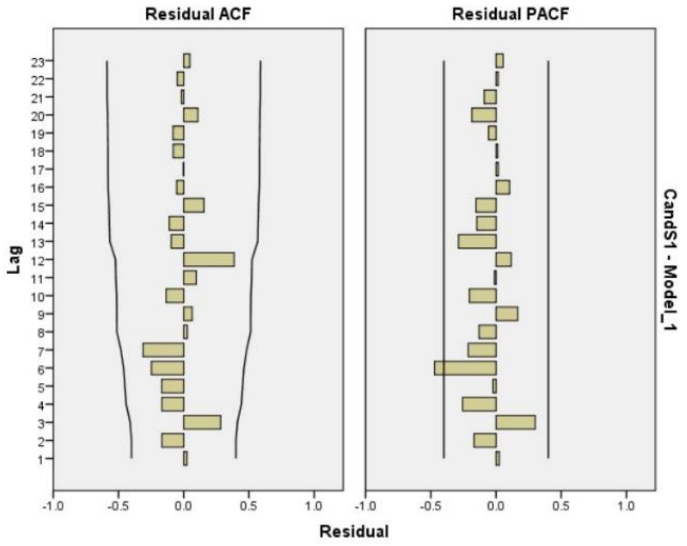
ตารางที่ 4.8 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์แบบจำนวนชิ้น

ประเภท	MAPE (Winter's exponential) (%) แบบจำนวนชิ้น	MAPE (Winter's exponential) (%) แบบยอดขาย
Drive 1	145.48	90.49
Drive 2	131.54	162.35
C&S 1	17.08	17.15
C&S 2	36.00	29.28
ตัวแทนทั่วไป	44.51	52.46
ตัวแทนเฉพาะทาง	29.46	50.03
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	61.57	47.86

4.4 วิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA เป็นวิธีการที่มีรูปแบบอธิบายลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ใช้ได้กับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวทุกประเภท ให้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำในข้อมูลที่มีระยะสั้น มีขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

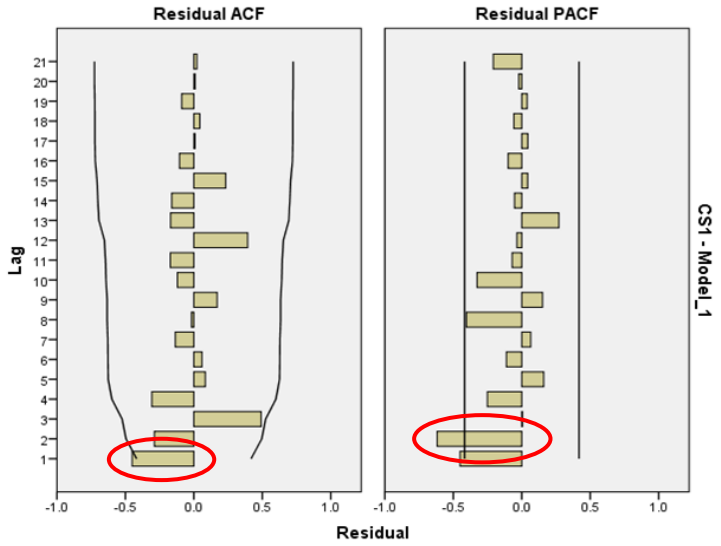
ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลาว่าเป็นสเตชันนารีหรือไม่ พิจารณาจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโต (Autocorrelation Function, ACF) และฟังก์ชันสหพันธ์แบบออโตบางส่วน (Partial Autocorrelation Function, PACF) ของอนุกรมเวลา หากข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีกราฟจะมีลักษณะขึ้นลงบริเวณศูนย์อย่างสม่ำเสมอ ถ้าอนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารีต้องแปลงอนุกรมเวลาโดยการกำจัดแนวโน้ม กำจัดฤดูกาล และแปลงอนุกรมเวลาให้มีค่าความแปรปรวนคงที่ ด้วยการหาผลต่างจะทำให้ได้ค่า d (Box, G. E. P. & Jenkins, G. M., 1970) จากรูปที่ 4.1 แสดงกราฟ ACF และPACF ของสินค้า C&S1 แบบจำนวนชิ้น สังเกตจากกราฟพบว่าข้อมูลยังไม่เป็นสเตชันนารีจึงทำการ differentiate = 2 ปรากฏผลดังรูปที่ 4.2 กราฟ ACF และPACF ของสินค้า C&S1 แบบจำนวนชิ้นหลังจากการหาผลต่างที่ d = 2



รูปที่ 4.1 กราฟ ACF และPACF ของสินค้า C&S1 แบบจำนวนชิ้น

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาค่า q จาก time lag ที่ significant ของกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโต (Autocorrelation Function, ACF) ในรูปที่ 4.2 significant time lag ที่ 1 ค่า q จึงเท่ากับ 1

พิจารณาค่า p จาก time lag ที่ significant ของกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโตบางส่วน (Partial Autocorrelation Function, PACF) ในรูปที่ 4.2 significant time lag ที่ 2 ค่า p จึงเท่ากับ 2 (ดาว, 2558)



รูปที่ 4.2 กราฟ ACF และPACF ของสินค้า C&S1 แบบจำนวนชิ้นหลังจากการหาผลต่างที่ d = 2

จากขั้นตอนที่ 1 และ2 สามารถสรุปค่า p, d, q ที่ใช้ในการคำนวณค่าพยากรณ์แบบ ARIMA ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.9 ค่า p, d, q (การพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น)

ประเภท	p	d	q
Drive 1	1	4	1
Drive 2	1	1	1
C&S 1	2	2	1
C&S 2	2	1	1
ตัวแทนทั่วไป	2	1	1
ตัวแทนเฉพาะทาง	3	1	1
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	2	2	1

ตารางที่ 4.10 ค่า p, d, q (การพยากรณ์แบบยอดขาย)

ประเภท	p	d	q
Drive 1	1	3	1
Drive 2	2	1	1
C&S 1	2	2	1
C&S 2	2	1	1
ตัวแทนทั่วไป	2	1	1
ตัวแทนเฉพาะทาง	2	1	1
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	2	2	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 3 นำข้อมูล และค่า p, d, q เข้าไปใส่ในโปรแกรม SPSS เพื่อพยากรณ์ค่า สรุปค่า MAPE ของพยากรณ์วิธี ARIMA แบบจำนวนชิ้น และยอดขายได้ตามตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธี ARIMA แบบจำนวนชิ้น และยอดขาย

ประเภท	MAPE (ARIMA) (%) แบบจำนวนชิ้น	MAPE (ARIMA) (%) แบบยอดขาย
Drive 1	99.49	206.33
Drive 2	52.82	100.88
C&S 1	19.90	24.54
C&S 2	40.55	36.60
ตัวแทนทั่วไป	27.12	24.89
ตัวแทนเฉพาะทาง	35.80	35.99
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	60.95	63.20

4.5 วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีเป็นวิธีทางสถิติที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณมีตัวแปรอิสระ ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงมีการเปลี่ยนแปลงผู้ดูแลสินค้าอยู่บ่อยครั้ง ทำให้ส่งผลกระทบในการพยากรณ์เช่นเดียวกัน เพื่อทำความเข้าใจสินค้า และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อยอดขาย ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลในอดีต หรือตัวแปรอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อยอดขาย จากการศึกษาตั้งสมมติฐานไว้ว่ามี 10 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับยอดขาย ดังนี้

X_1 ราคาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือน (Price) คำนวณจากยอดขายของแต่ละเดือนหารด้วยจำนวนชิ้นที่ขายได้

X_2 Point of Sale (POS) เก็บข้อมูลตามจำนวนสถานที่ที่ใช้งาน หรือจำหน่ายสินค้าดังกล่าว ตัวอย่างเช่น

- จำนวนร้านค้าที่วางจำหน่ายสินค้าดังกล่าว
- จำนวนผู้ผลิตตู้ที่ใช้งานสินค้าดังกล่าว
- จำนวนผู้ผลิตเครื่องจักรที่ใช้งานสินค้าดังกล่าว

X_3 การจัดทำโปรโมชั่นในแต่ละเดือน ใช้หลักการ Dummy variable แทนตัวแปร 1 แทนเดือนที่ทำโปรโมชั่น และ 0 แทนเดือนที่ไม่ทำโปรโมชั่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

X_4 การแต่งตั้งตัวแทนใหม่ให้จำหน่ายสินค้าราคาประหยัด ใช้หลักการ Dummy variable ในการแทนตัวแปร 1 แทนเดือนที่มีการแต่งตั้งตัวแทนใหม่ และ 0 แทนเดือนที่ไม่มีการแต่งตั้งตัวแทนใหม่

X_5 ยอดที่ตั้งให้กับตัวแทนจำหน่ายแต่ละบริษัท นำยอดที่ตั้งให้กับตัวแทนจำหน่ายทั้งปีหารด้วย 12 เพื่อใช้เป็นข้อมูลรายเดือน

X_6 End of quarter ใช้หลักการ Dummy variable แทนตัวแปร 1 แทนเดือนที่ 3, 6, 9, 12 และ 0 แทนเดือนที่เหลือ

X_7 Pricing increasing ใช้หลักการ Dummy variable แทนตัวแปร 1 แทนเดือนที่มีการขึ้นราคา และ 0 แทนเดือนที่ไม่ได้ขึ้นราคา

X_8 Gross Domestic Product (GDP) สามารถหาข้อมูลมาได้แบบราย Quarter จึงนำข้อมูลดังกล่าวใช้ 3 เดือนใน quarter นั้น ๆ

X_9 ยอดสั่งซื้อจากตัวแทนจำหน่ายกลุ่มสินค้าราคาปกติที่มีประเภทสินค้าเดียวกันในแต่ละเดือน

X_{10} ยอดสั่งซื้อจากตัวแทนจำหน่ายกลุ่มสินค้าราคาประหยัดในแต่ละเดือน

ขั้นตอนที่ 1 ทำการเก็บข้อมูลของตัวแปรทั้ง 10 แล้วนำตัวแปร หรือปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลกระทบดังกล่าวมาเข้าโปรแกรม Minitab

ขั้นตอนที่ 2 ทำ Step wise เป็นวิธีการเลือกแบบตัดทิ้ง ตรวจสอบความสัมพันธ์จากระดับนัยสำคัญ (P value) จากตารางที่ 4.12 ตาราง Analysis of Variance ของสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขาย ก่อนทำ Stepwise พบว่าสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขาย มีปัจจัยที่ 1, 2, 3 และ 8 ที่ค่า p value significant ที่ α = 0.15 (นงลักษณ์, 2553)

ตารางที่ 4.12 Analysis of Variance ของสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขาย ก่อนทำ Stepwise

Source	DF	F-Value	P-Value
Regression	10	4.72	0.006
X1	1	11.12	0.005
X2	1	7.00	0.020
X3	1	8.48	0.012
X4	1	0.90	0.359
X5	1	0.00	0.969
X6	1	0.12	0.730
X7	1	0.01	0.912
X8	1	3.58	0.081
X9	1	0.36	0.561
X10	1	0.63	0.441
Error	13		
Total	23		

ขั้นตอนที่ 3 ตัดตัวแปรที่ p value ไม่ significant ที่ α = 0.15 แล้วพยากรณ์อีกครั้ง ได้ผลดังตารางที่ 4.13 Analysis of Variance ของสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขาย หลังทำ Stepwise (รัตนาพร และ วรณี, 2560)

ตารางที่ 4.13 Analysis of Variance ของสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขาย หลังทำ Stepwise

Source	DF	F-Value	P-Value
Regression	4	14.56	0.000
X1	1	16.91	0.001
X2	1	8.93	0.008
X3	1	18.12	0.000
X8	1	5.08	0.036
Error	19		
Total	23		

จากผลการพยากรณ์ในตารางที่ 4.12 และ4.13 นอกจากค่า P Value ในตาราง ANOVA แล้วยังมีค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ และวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปร หรือเรียกว่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ

สำหรับตัวแปรอิสระหลายตัว (Coefficient of multiple determination, R^2) เป็นสัดส่วนความแปรผันทั้งหมดของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระต่าง ๆ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ที่มีต่อกันดังสมการ (ณัฐนนท์, 2560)

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (24)$$

โดย R^2 คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ

SSR คือ ค่าความแปรปรวนของ *y* เนื่องจากอิทธิพลของ *x*

SSE คือ ค่าความแปรปรวนของ *y* เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ

SST คือ ค่าความแปรปรวนของ *y* ทั้งหมด

ค่า R^2 จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สามารถอธิบายความหมายความสัมพันธ์ได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจสำหรับตัวแปรอิสระหลายตัว (Coefficient of multiple determination, R2)

ค่า R^2	ความหมาย
0.85-1.00	มีความสัมพันธ์มากที่สุด
0.71-0.84	มีความสัมพันธ์มาก
0.51-0.70	มีความสัมพันธ์น้อย
0.00-0.50	มีความสัมพันธ์น้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตามปัญหาของ R^2 ค่าจะยังคงเหมือนเดิม หรือเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มตัวปรมากขึ้น ถึงแม้ว่าตัวแปรอิสระที่เพิ่มเข้ามาจะไม่มีผลต่อตัวแปรตาม เพื่อการวิเคราะห์ที่ละเอียดมากขึ้นมีการพิจารณาค่า R^2 adjusted หรือค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้เข้ามาช่วย สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้ (ณัฐนนท์, 2560)

$$R^2_{adj} = 1 - \frac{\frac{SSE}{n-p}}{\frac{SST}{n-1}} = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p}\right)\frac{SSE}{SST} \quad (25)$$

โดย R^2_{adj} คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแก้

n คือ จำนวนขนาดตัวอย่างของการวิเคราะห์

p คือ จำนวนตัวแปรอิสระ

ค่า R^2 predicted เพื่อช่วยป้องกันการสร้างสมการที่ over specified หรือการที่มีตัวแปรอิสระเกินความจำเป็น และอาจจะทำให้สมการที่ได้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ หากค่า R^2 predicted มากแต่น้อยกว่า ค่า R^2 แสดงว่าสมการดังกล่าวสามารถใช้งานในระดับที่ยอมรับได้

ค่า R การพยากรณ์แบบ multiple regression ของสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขายสามารถสรุปค่า R ที่ได้ในตารางที่ 4.15 สำหรับค่า R^2 ทั้งก่อน และหลังทำ Stepwise มีค่าอยู่ในช่วง 0.71-0.84 มีความหมายว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์ต่อกันในระดับมาก ค่าความคลาดเคลื่อนจึงน้อย, ค่า R^2 adjusted หลังทำ Stepwise มีค่ามากกว่าก่อนทำ Stepwise ซึ่งแสดงว่าการทำ stepwise ตัวแปรอิสระที่เหลือช่วยอธิบายความสัมพันธ์ได้ดีขึ้น และค่า R2 predicted หลังทำ Stepwise มีค่ามากแต่ยังน้อยกว่า ค่า R^2 แสดงว่าสมการดังกล่าวสามารถใช้งานในระดับที่ยอมรับได้ จึงเลือกใช้สมการ multiple regression หลังทำ Stepwise ในการพยากรณ์สินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขาย

ตารางที่ 4.15 ค่า R ของการพยากรณ์แบบ multiple regression ของสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขาย

รายละเอียด	**ค่า R^2**	**ค่า R^2 adjusted**	**ค่า R^2 predicted**
ก่อนทำ Stepwise	0.7839	0.6177	-
หลังทำ Stepwise	0.7541	0.7023	0.6175

$$Y=-916268 + 10929X1 + 5175X2 + 123731X3 - 140972X4 - 0.0029X5 + 33972X6 - 13624X7 + 49402X8 + 0.0456X9 - 0.0448X10 \quad (26)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมการที่ได้จากการพยากรณ์แบบ multiple regression ก่อนการทำ step wise ของสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขายในโปรแกรม Minitab แสดงในสมการที่ 26 ในสมการมีตัวแปรครบทั้ง 10 ตัวแปร สามารถใช้สมการนี้ในการพยากรณ์ แต่ต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลให้ครบทั้ง 10 ตัวแปรโดยเฉพาะในตัวแปรที่ไม่ส่งผลมากต่อการพยากรณ์ค่า Y จึงทำ Step wise ได้ผลของสมการที่ได้จากการพยากรณ์แบบ multiple regression หลังจากการทำ step wise ของสินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขายในโปรแกรม Minitab ปัจจัยที่ใช้ในสมการเหลือเพียง 4 ตัวแปร X1, X2, X3 และ X8 ช่วยลดเวลาในการรวบรวมข้อมูล และทำให้ความสัมพันธ์ของค่า X และ Y มีมากขึ้น ดังค่า R ที่อธิบายข้างต้น

$$Y=1426 + 53.1X2 + 1418X3 + 472X8 \quad (27)$$

$$Y=-770674 + 9846X1 + 4780X2 + 123565X3 + 46369X8 \quad (28)$$

พิจารณาสมการได้จากการพยากรณ์แบบ multiple regression ในสมการที่ 27 เป็นสมการการพยากรณ์สินค้าประเภท C&S1 แบบจำนวนชิ้น และสมการที่ 28 เป็นสมการการพยากรณ์สินค้าประเภท C&S1 แบบยอดขาย ทั้งสองสมการเป็นการพยากรณ์สินค้าประเภท C&S1 เหมือนกัน ต่างกันที่ แบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย แต่ปัจจัยที่ใช้ในสมการไม่เหมือนกัน การพยากรณ์แต่ละประเภทมีสมการที่แตกต่างกันกัน

$$Y=-565 + 505X3 + 0.251X5 + 868X8 \quad (29)$$

$$Y=89173 + 36147X3 + 27297X8 \quad (30)$$

เช่นเดียวกันกับสมการการพยากรณ์แบบ multiple regression ในสมการที่ 29 เป็นสมการการพยากรณ์สินค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทางแบบจำนวนชิ้น และสมการที่ 30 เป็นสมการการพยากรณ์สินค้าประเภทตัวแทนเฉพาะทางแบบยอดขาย ทั้ง 2 สมการเป็นประเภทตัวแทนเฉพาะทางเหมือนกัน ต่างกันที่แบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย แต่ปัจจัยที่ใช้ในสมการไม่เหมือนกัน การวิเคราะห์และพยากรณ์วิธี multiple regression แยกข้อมูลเป็นชุด ไม่สามารถนำสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลชุดอื่นมาพยากรณ์ข้อมูลอีกชุดได้

จากตารางที่ 4.16 เห็นว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อยอดขายแบบจำนวนชิ้นมีราคาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือน (X1), Point of sale (X2), โปรโมชั่น (X3), Sales Target (X5), การปรับขึ้นราคา (X7), Gross Domestic Product (X8) และยอดซื้อจากตัวแทนจำหน่ายในกลุ่มสินค้าราคาปกติที่มีประเภทสินค้าเดียวกัน (X9) จากตารางที่ 4.17 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อยอดขายแบบยอดขายมี ราคาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือน (X1), Point of sale (X2), โปรโมชั่น (X3), Sales Target (X5), การปรับขึ้นราคา (X7), Gross Domestic Product (X8) และยอดซื้อจากตัวแทนจำหน่ายในกลุ่มสินค้าราคาปกติที่มีประเภทสินค้าเดียวกัน (X9) เหมือนกับแบบจำนวนชิ้น ในการเก็บข้อมูลครั้งต่อไปสามารถตัดปัจจัยอื่นที่ไม่มีผลกระทบเพื่อลดเวลาในการเก็บข้อมูล และเพิ่มปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมลงไปแทน เพื่อช่วยให้ค่าการพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้น หรือในกรณีที่ต้องการเลือกพยากรณ์บางประเภทด้วยวิธีการพยากรณ์ multiple regression สามารถเลือกเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลกระทบตามรูปแบบสมการของแต่ละประเภท ตัวอย่างเช่น ต้องการพยากรณ์ประเภทตัวแทนเฉพาะทางแบบยอดขาย พิจารณาสมการในตารางที่ 4.17 ประเภทตัวแทนเฉพาะทางปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าพยากรณ์ คือ X3 และ X8 สามารถไปเก็บรวบรวมข้อมูลเพียง 2 ปัจจัย และพยากรณ์ประเภทที่ต้องการที่รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยทั้ง 10 ปัจจัย หรือ 7 ปัจจัยจากการวิเคราะห์ step wise เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการพยากรณ์ที่รวดเร็ว และถูกต้องแม่นยำ และสะดวกในการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา สำหรับการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น

ประเภท	Regression Equation
Drive 1	Y=-11.92 + 2.052X2 + 2.20X8
Drive 2	Y=3.05 + 0.0311X9
C&S 1	Y=1426 + 53.1X2 + 1418X3 + 472X8
C&S 2	Y=1909 + 28.1X2 + 0.1073X5 + 1704X7 + 647X8
ตัวแทนทั่วไป	Y=2499 - 16.32X1 + 84.2X2 + 1703X7
ตัวแทนเฉพาะทาง	Y=-565 + 505X3 + 0.251X5 + 868X8
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	Y=798 + 0.0328X5

ตารางที่ 4.17 สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา สำหรับการพยากรณ์แบบยอดขาย

ประเภท	Regression Equation
Drive 1	Y=-58180 + 24474X2
Drive 2	Y=83524 + 2.286X1 - 141804X3 + 0.0813X9
C&S 1	Y=-770674 + 9846X1 + 4780X2 + 123565X3 + 46369X8
C&S 2	Y=32303 + 3176X2 + 0.1588X5 + 170834X7 + 32617X8
ตัวแทนทั่วไป	Y=-438254 + 4131X1 + 13330X2 + 453574X7 - 83658X8
ตัวแทนเฉพาะทาง	Y=89173 + 36147X3 + 27297X8
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	Y=-9569 + 640X2

ค่า MAPE ของพยากรณ์วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาแบบจำนวนชิ้นและแบบยอดขาย แสดงในตารางที่ 4.18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.18 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาแบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย

ประเภท	MAPE (Multiple regression) (%) แบบจำนวนชิ้น	MAPE (Multiple Regression) (%) แบบยอดขาย
Drive 1	66.27	46.38
Drive 2	59.90	60.11
C&S 1	8.67	8.30
C&S 2	24.87	25.90
ตัวแทนทั่วไป	15.25	13.96
ตัวแทนเฉพาะทาง	23.13	25.24
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	60.73	52.26

งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบการพยากรณ์ยอดขายของสินค้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ประเภทราคาประหยัด ตามรูปแบบสินค้า และประเภท เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมโดยทำการพยากรณ์ 5 วิธี คือ วิธีนาอีฟสำหรับข้อมูลอนุกรมฤดูกาล (Naïve for seasonal), วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average), วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series Analysis), วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing) และวิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA โดยการเลือกวิธีที่แม่นยำที่สุดด้วยการเปรียบเทียบจากค่า MAPE ดังแสดงในตารางที่ 4.19 และตารางที่ 4.20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.19 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น

ประเภท	MAPE (%)				
	Naïve Seasonal	Moving Average	Winter's	ARIMA	Multiple regression
Drive 1	2,092	954	145	99	66
Drive 2	895	972	132	53	60
C&S 1	12	19	17	20	9
C&S 2	44	38	36	41	25
ตัวแทนทั่วไป	21	21	45	27	15
ตัวแทนเฉพาะทาง	49	26	29	36	23
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	99	54	62	61	61

ตารางที่ 4.20 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์แบบยอดขาย

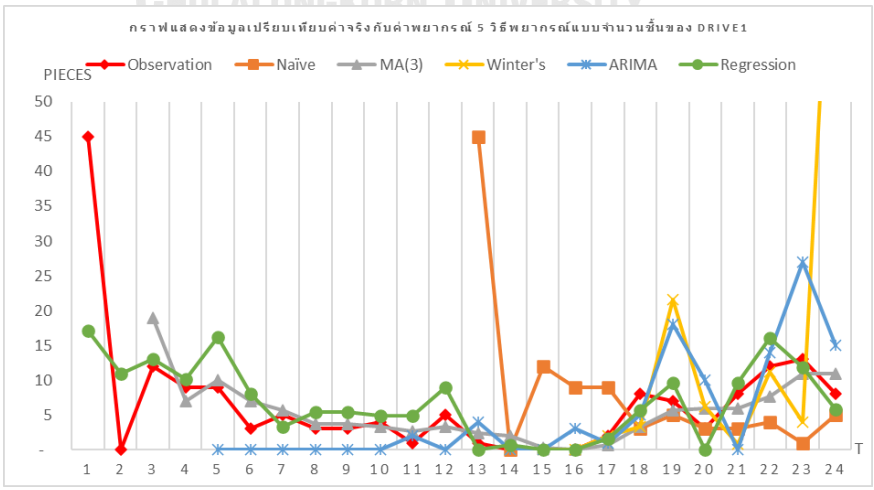
ประเภท	MAPE (%)				
	Naïve Seasonal	Moving Average	Winter's	ARIMA	Multiple regression
Drive 1	1,890.79	957.58	90.49	206.33	46.38
Drive 2	890.26	50.11	162.35	100.88	60.11
C&S 1	16.92	33.88	17.15	24.54	8.30
C&S 2	40.29	40.70	29.28	36.60	25.90
ตัวแทนทั่วไป	30.78	21.69	52.46	24.89	13.96
ตัวแทนเฉพาะทาง	53.4	27.07	50.03	35.99	25.24
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	108.67	48.87	47.86	63.20	52.26

สามารถแบ่งผลการพยากรณ์ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ค่า MAPE ของการพยากรณ์แต่ละวิธีค่อนข้างสูง

การพยากรณ์ในงานวิจัยนี้มีการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นทั้ง 5 วิธี รูปที่ 4.3 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ Drive 1 พบว่าผลการพยากรณ์ในแต่ละวิธีค่อนข้างสูง ไม่มีวิธีใดที่ในกราฟแสดงให้ผลที่ใกล้เคียงกับค่าจริง จึงใช้การคำนวณค่า MAPE มาช่วยเพื่อให้สามารถเลือกวิธีการพยากรณ์ได้ง่ายขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

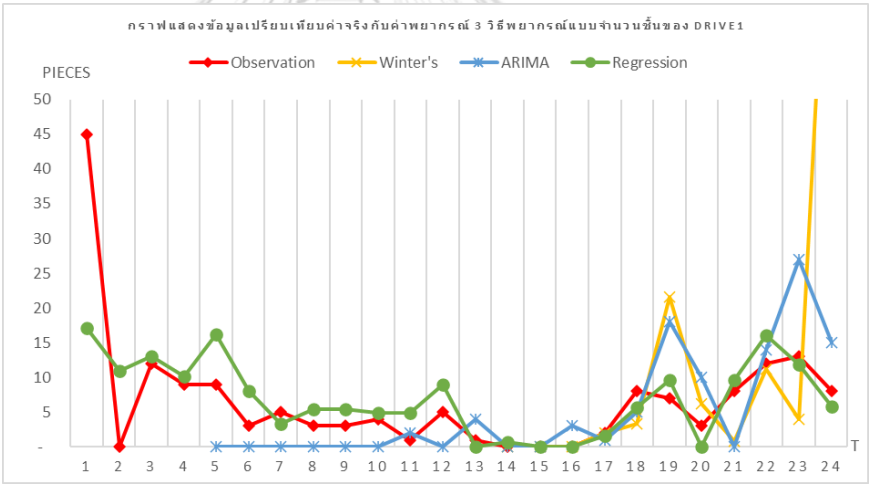


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ Drive 1

จากการพิจารณาค่า MAPE สามารถจัดลำดับของค่า MAPE จากน้อยไปหามากได้ดังนี้

1. วิธี Multiple Regression with time series Analysis ให้ค่า MAPE น้อยที่สุดที่ 66 เปอร์เซ็นต์
2. วิธี ARIMA มีค่า MAPE เท่ากับ 99 เปอร์เซ็นต์
3. วิธี Winters' Exponential Smoothing มีค่า MAPE เท่ากับ 145 เปอร์เซ็นต์
4. วิธี Moving Average มีค่า MAPE เท่ากับ 954 เปอร์เซ็นต์
5. วิธี Naïve for seasonal ซึ่งมีค่า MAPE ที่ 2,092 เปอร์เซ็นต์

สังเกตได้ว่าค่า MAPE ของแต่ละวิธีค่อนข้างสูง จึงเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีค่า MAPE น้อยที่สุด 3 ลำดับแรกมาแสดงกราฟเปรียบเทียบกับค่าจริงดังรูปที่ 4.4 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ Drive 1 เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ Drive1

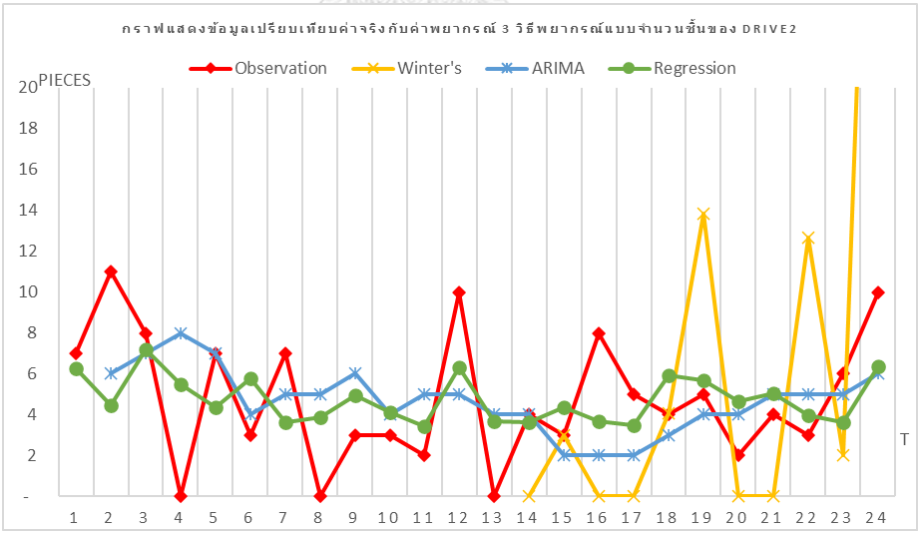
นอกจากการเปรียบเทียบค่า MAPE ในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ ยังต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการเก็บข้อมูล, ความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เก็บ, ความยากง่ายในการใช้วิธีการพยากรณ์ และการนำไปเผยแพร่อธิบาย รวมทั้งการวิเคราะห์ผลการพยาการณ์เป็นอีกส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งในการเลือกวิธีการพยากรณ์ จากรูปที่ 4.4 พบว่าผลการพยากรณ์วิธี Multiple regression, วิธี ARIMA และ วิธี Winter's มีค่า MAPE ในประเภทข้อมูล Drive1, Drive2 และตัวแทนทางอุตสาหกรรมยังคงสูงอยู่ ดังแสดงในตารางที่ 4.21 เนื่องจากธรรมชาติของสินค้าดังกล่าวขึ้นอยู่กับโปรเจคที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา แต่สามารถประยุกต์ใช้วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์เพื่อเป็นตัวเลขตั้งต้น (Guideline) ในการพยากรณ์ และปรับตัวเลขดังกล่าวจากวิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพเข้ามาช่วย โดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้ความสามารถ และความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ รวมถึงการรวบรวม

ข้อมูลโปรเจคที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลามาประกอบการพยากรณ์ของสินค้าประเภทข้อมูล Drive1, Drive2 และตัวแทนทางอุตสาหกรรม เพื่อทำให้ค่าความแม่นยำมีมากขึ้น

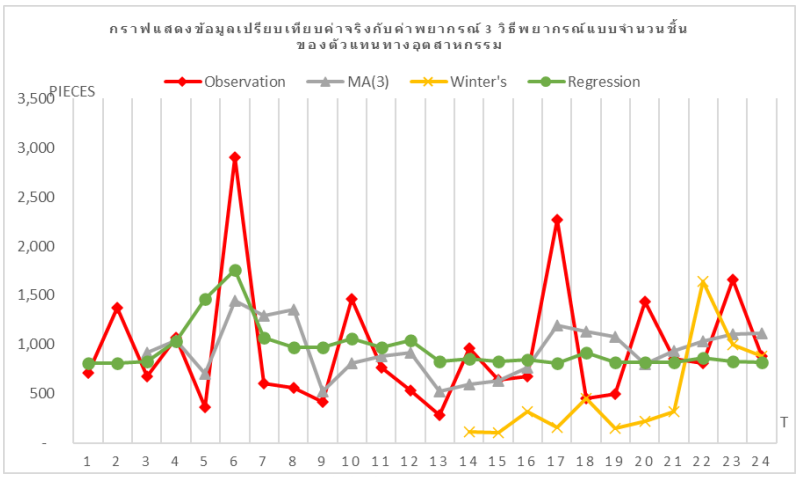
ตารางที่ 4.21 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของกลุ่มที่ค่า MAPE ของการพยากรณ์แต่ละวิธีค่อนข้างสูง

ประเภท	MAPE (%)				
	Naïve Seasonal	Moving Average	Winter's	ARIMA	Multiple regression
Drive 1	2,092	954	145	99	66
Drive 2	895	972	132	53	60
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	99	54	62	61	61

กราฟเปรียบเทียบค่าจริง และค่าพยากรณ์ของกลุ่มที่ค่า MAPE ของการพยากรณ์แต่ละวิธีค่อนข้างสูงแบบจำนวนชิ้นโดยเลือกเปรียบเทียบ 3 วิธีที่ให้ค่า MAPE น้อยที่สุดดังรูปที่ 4.5 และ รูปที่ 4.6



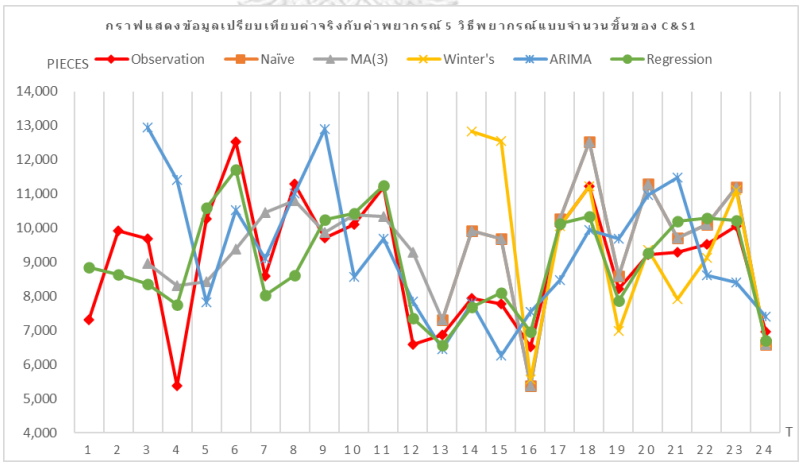
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ Drive2



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนทางอุตสาหกรรม

- กลุ่มที่ค่า MAPE ของการพยากรณ์แต่ละวิธีใกล้เคียงกัน

จากรูปที่ 4.7 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ C&S1 พบว่าผลการพยากรณ์ในแต่ละวิธีใกล้เคียงกัน ใช้การคำนวณค่า MAPE มาช่วยเพื่อให้สามารถเลือกวิธีการพยากรณ์ได้ง่ายขึ้น จากการพิจารณาค่า MAPE ได้ดังตารางที่ 4.22

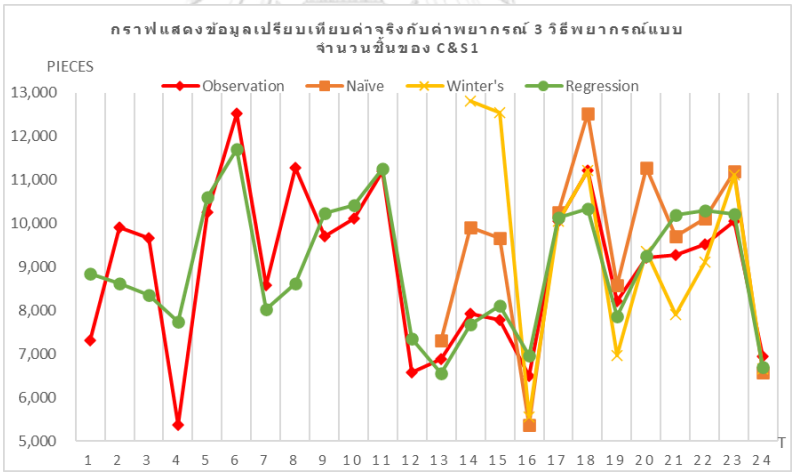


รูปที่ 4.7 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ C&S1

ตารางที่ 4.22 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของกลุ่มที่ค่า MAPE ของการพยากรณ์แต่ละวิธีใกล้เคียงกัน

ประเภท	MAPE (%)				
	Naïve Seasonal	Moving Average	Winter's	ARIMA	Multiple regression
C&S 1	12	19	17	20	9
C&S 2	44	38	36	41	25
ตัวแทนทั่วไป	21	21	45	27	15
ตัวแทนเฉพาะทาง	49	26	29	36	23

ทำการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีค่า MAPE น้อยที่สุด 3 ลำดับแรกมาแสดงกราฟเปรียบเทียบกับค่าจริงดัง

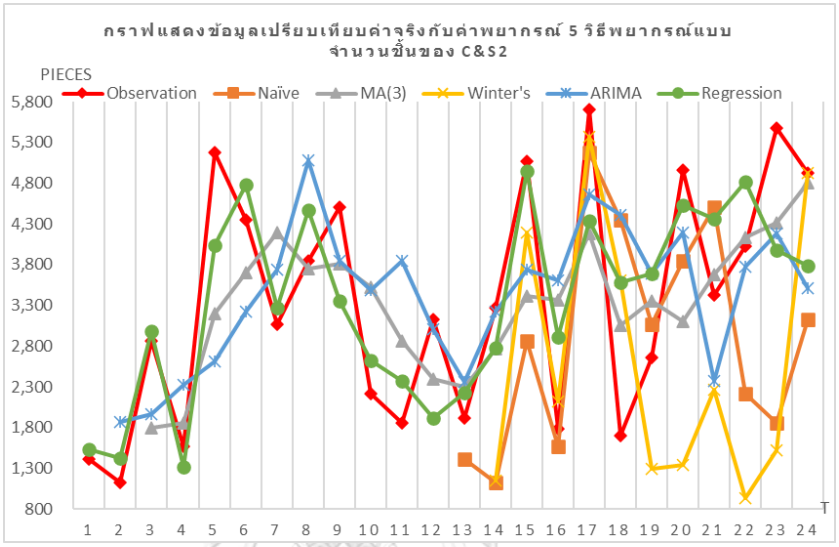


รูปที่ 4.8 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ C&S1

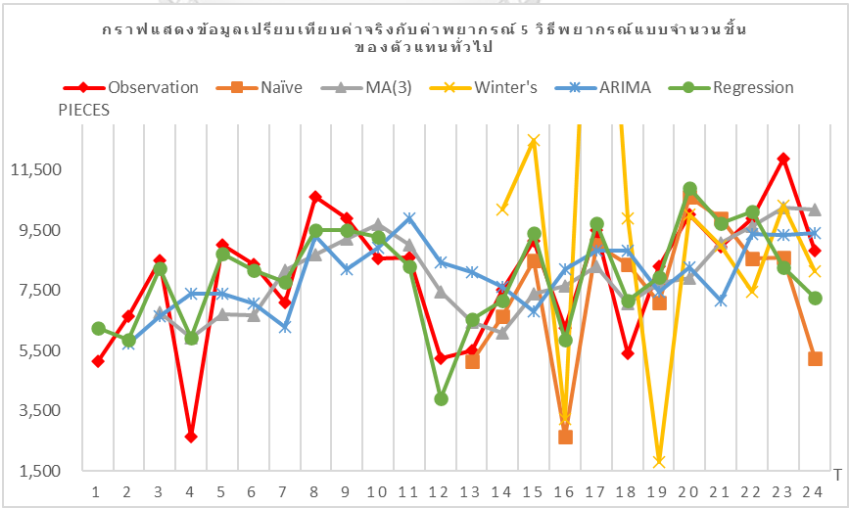
การเปรียบเทียบค่า MAPE สำหรับการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ ควรคำนึงถึงการนำไปใช้งาน ขั้นตอนการเตรียมการก่อนการพยากรณ์ และการนำไปเผยแพร่ อธิบาย รวมทั้งการวิเคราะห์ผลการพยากรณ์เป็นอีกส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งในการเลือกวิธีการพยากรณ์ จากรูปที่ 4.8 พบว่าผลการพยากรณ์วิธี Multiple regression, วิธี Naïve Seasonal และ วิธี Winter's แนวโน้มค่าพยากรณ์ที่ใกล้เคียงค่าจริงทั้ง 3 วิธี พิจารณาลงรายละเอียด วิธี Multiple regression ใช้เวลานาน และยากต่อการทำความเข้าใจ วิเคราะห์ แต่ให้ค่าความแม่นยำที่สูง เมื่อ

พิจารณา วิธี Winter’s และวิธี Naïve Seasonal เป็นวิธีที่ง่าย รวดเร็ว ในการพยากรณ์ แต่ให้ความแม่นยำที่น้อยกว่า การนำวิธีการพยากรณ์ไปใช้งาน ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการนำไปใช้

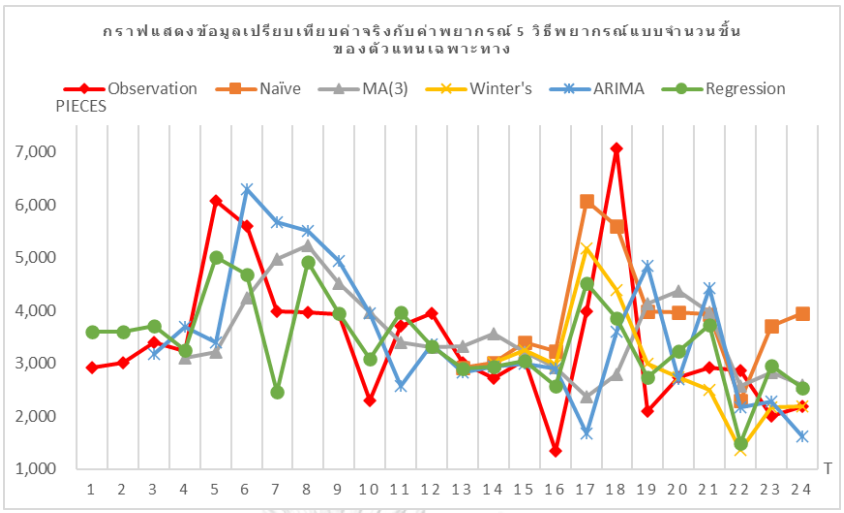
กราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ของกลุ่มที่ค่า MAPE ของการพยากรณ์แต่ละวิธีค่อนข้างใกล้เคียงกันแบบจำนวนชิ้นโดยเลือกเปรียบเทียบ 5 วิธีดังรูปที่ 4.9, 4.10 และ 4.11



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ C&S2

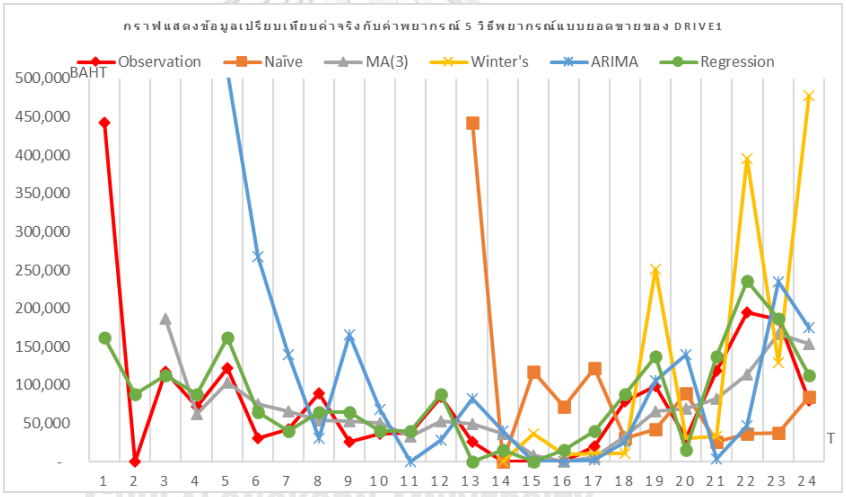


รูปที่ 4.10 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนทั่วไป

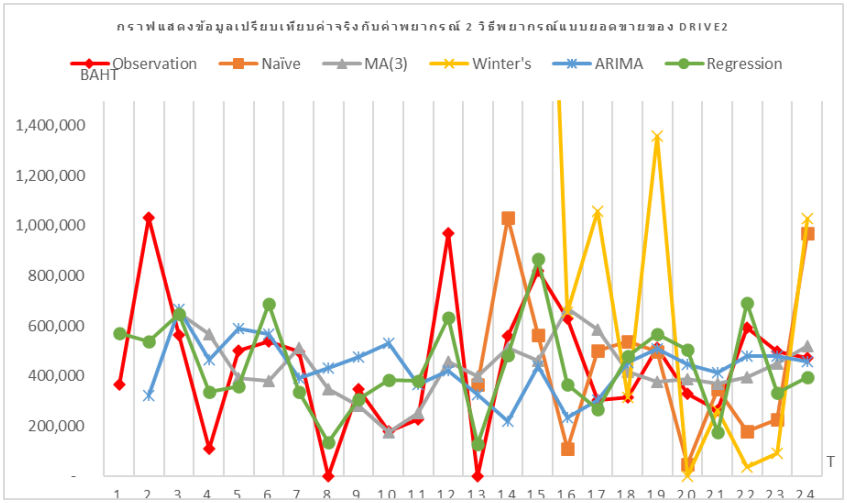


รูปที่ 4.11 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนเฉพาะทาง

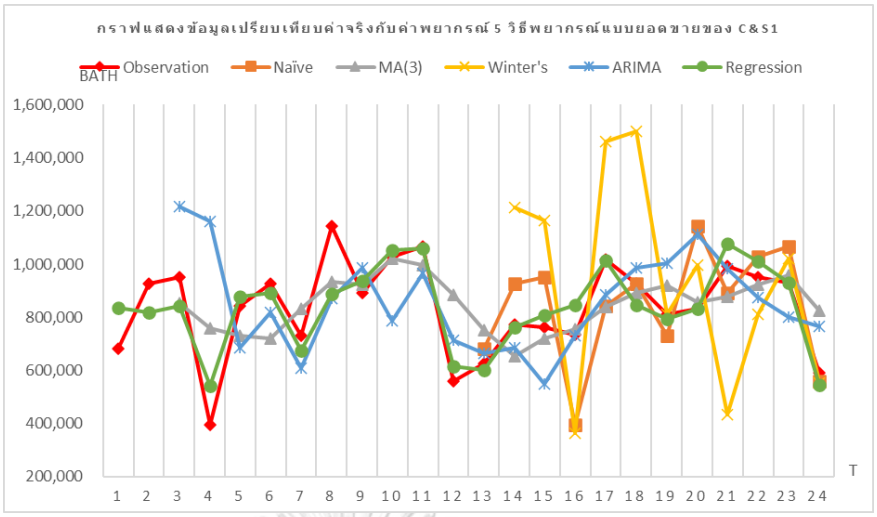
- ผลการพยากรณ์แบบยอดขาย



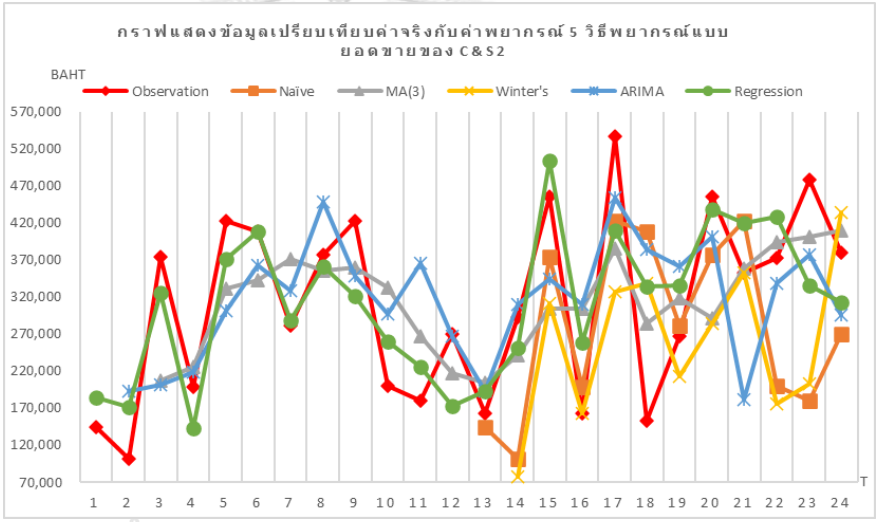
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของ Drive1



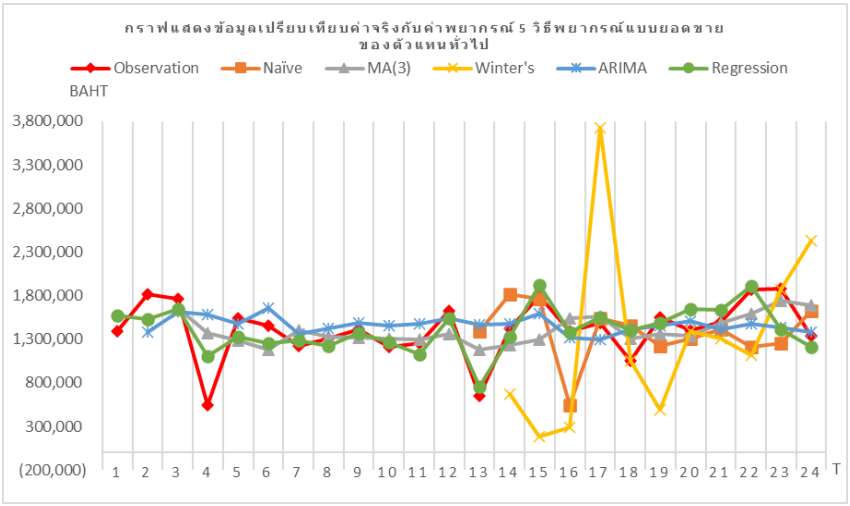
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของ Drive2



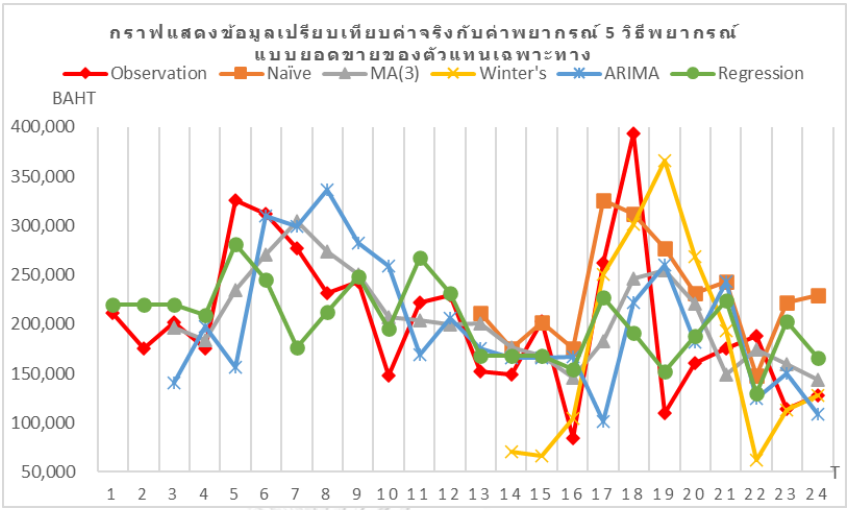
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 2 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของ C&S1



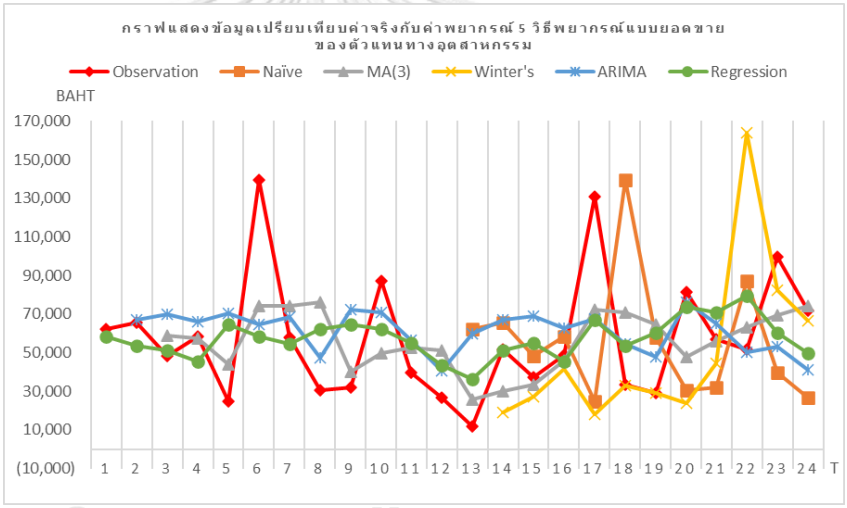
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของ C&S2



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนทั่วไป



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนเฉพาะทาง



Chulalongkorn University

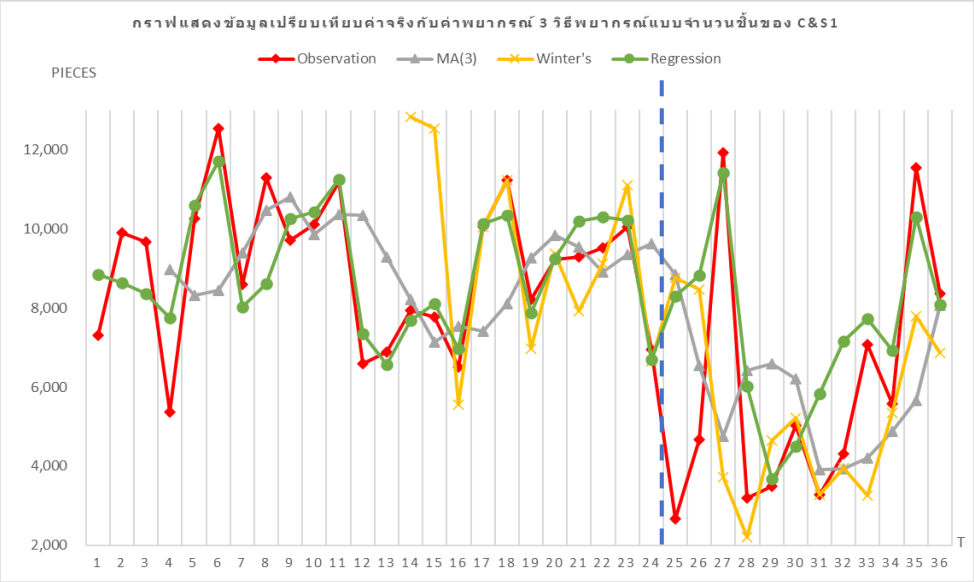
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 5 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนทางอุตสาหกรรม

จากตารางที่ 4.23 ค่า MAPE เฉลี่ยของผลการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย ซึ่งเป็นผลการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (ปีค.ศ. 2018-2019) สำหรับวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ พบว่าวิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลามีค่า MAPE น้อยที่สุด รองลงมาคือวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และตามด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ

ตารางที่ 4.23 ค่า MAPE เฉลี่ยของผลการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย

ประเภท	MAPE (%)				
	Naïve Seasonal	Moving Average	Winter's	ARIMA	Multiple regression
แบบจำนวนชิ้น	459	48	49	48	37
แบบยอดขาย	433	47	62	70	33
รวม	446	48	56	59	35

ขั้นตอนต่อไปได้นำทั้ง 3 วิธี มาทดสอบกับข้อมูลชุดที่สอง (ปีค.ศ. 2020) และสร้างกราฟเปรียบเทียบได้ดังรูปที่ 4.19 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ C&S1 รวมข้อมูลชุดทดสอบ เมื่อสังเกตข้อมูลชุดทดสอบที่แสดงในกราฟตั้งแต่ค่า T เท่ากับ 25 ถึง 36 ยอดขายในแต่ละเดือนลดลงกว่าข้อมูลชุดที่หนึ่ง จากกราฟวิธี Winter's และวิธี Multiple regression มีค่าใกล้เคียงค่าจริง



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ C&S1รวมข้อมูลชุดทดสอบ

เพื่อให้สังเกต และเปรียบเทียบได้ง่ายยิ่งขึ้นจึงทำการคำนวณค่า MAPE ของข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) และชุดที่สอง (Testing data) ดังตารางที่ 4.24 ค่า MAPE ในข้อมูลชุดที่สองวิธี Winter's ให้ค่า MAPE น้อยที่สุด รองลงมาคือวิธี Multiple regression ซึ่งไม่เหมือนกับผลในข้อมูลชุดที่หนึ่ง จะเห็นว่าค่า MAPE ของวิธี

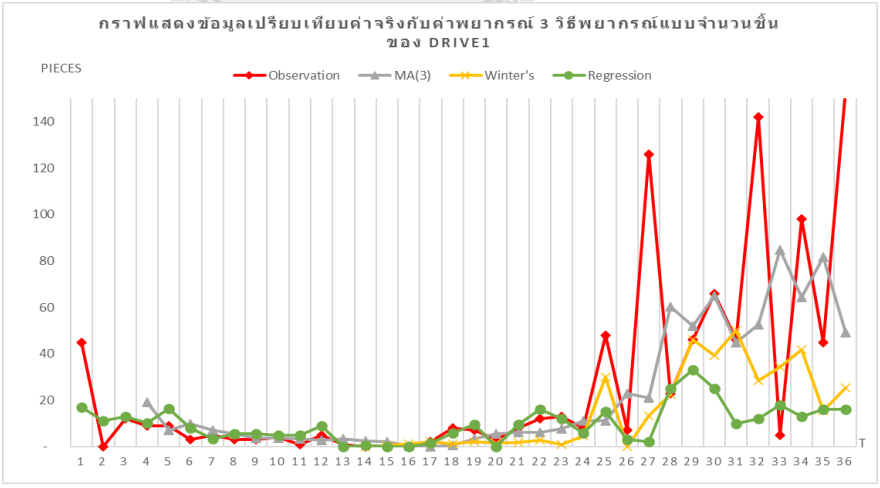
Multiple regression ในข้อมูลชุด Training มีค่า 8.67 ซึ่งค่อนข้างน้อย แต่เมื่อนำมาทดสอบในข้อมูลชุด Testing มีค่า MAPE สูงขึ้นถึง 49.87 ในการเลือกวิธีการพยากรณ์เพื่อนำไปใช้งานการนำข้อมูลไปทดสอบจึงสำคัญอย่างยิ่ง

ตารางที่ 4.24 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) และชุดที่สอง (Testing data) 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ C&S1

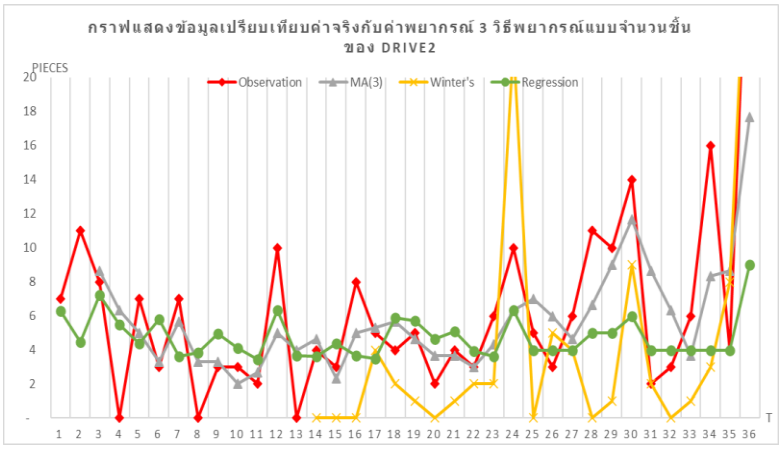
ประเภท	MAPE (%)					
	Training data	Testing data	Training data	Testing data	Training data	Testing data
	Moving Average	Moving Average	Winter's	Winter's	Multiple regression	Multiple regression
C&S 1	19.23	56.58	17.08	32.59	8.67	49.87

ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) มาทดสอบในข้อมูลชุดที่สอง (Testing data) ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ทั้งสองชุดข้อมูลสามารถแสดงได้ดังกราฟข้างล่างนี้

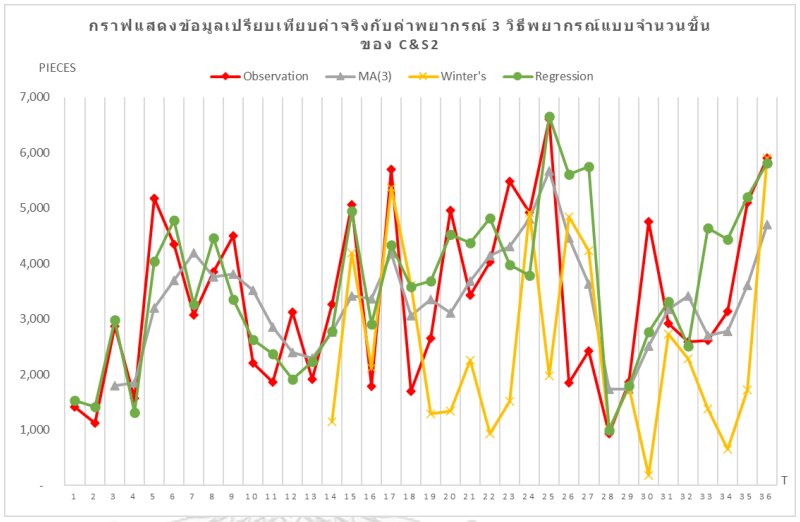
- แบบจำนวนชิ้น



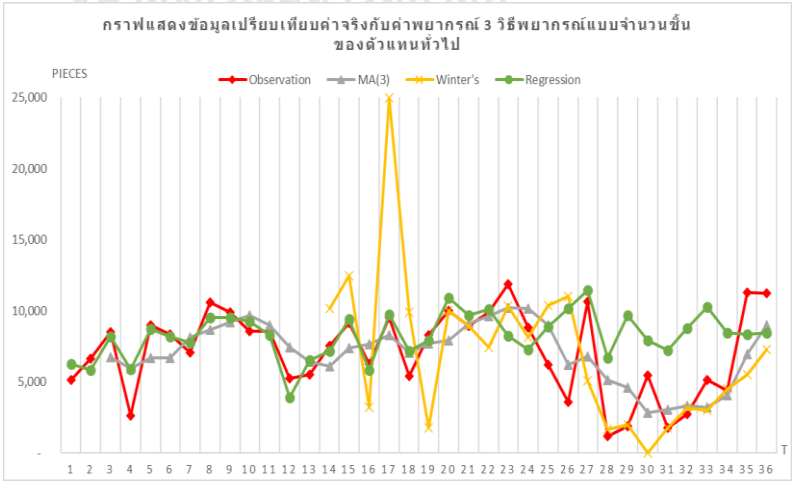
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของ Drive1 รวมข้อมูลชุดทดสอบ



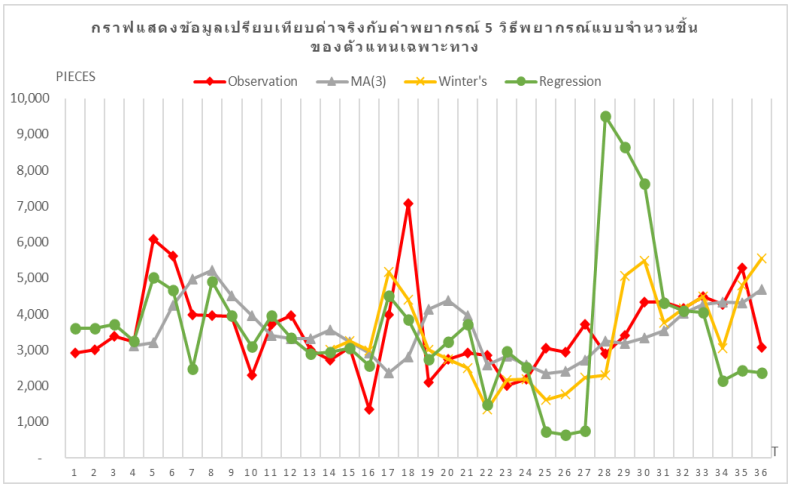
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของDrive2รวมข้อมูลชุดทดสอบ



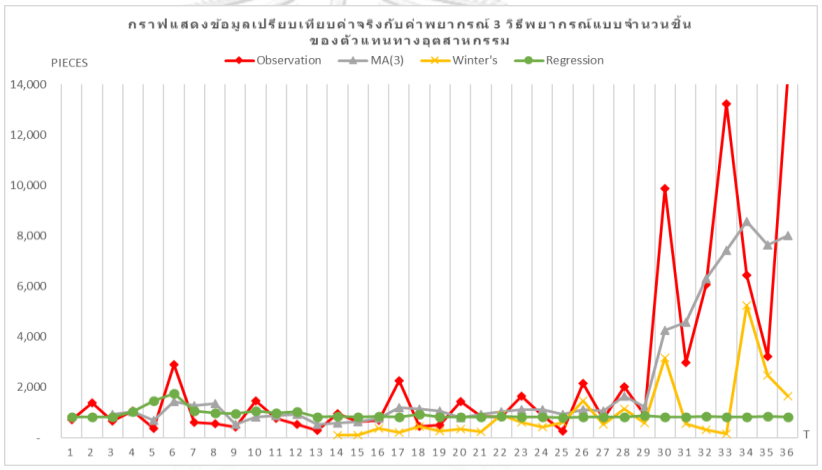
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของC&S2 รวมข้อมูลชุดทดสอบ



รูปที่ 4.23 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนทั่วไปรวมข้อมูลชุดทดสอบ

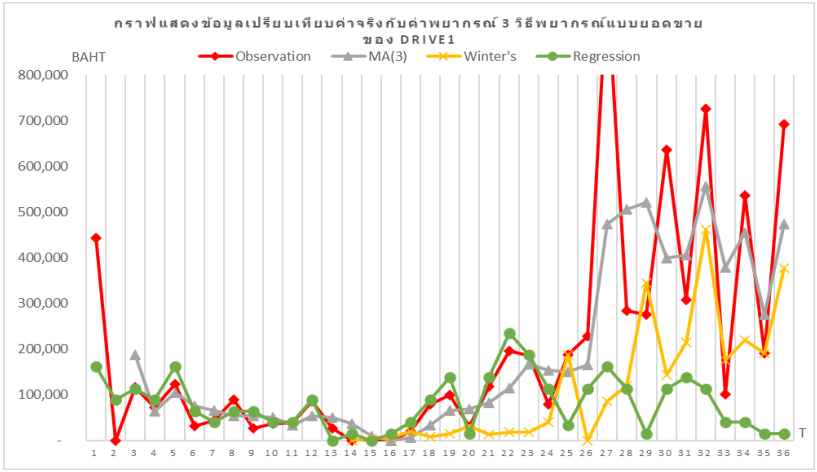


รูปที่ 4.24 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนเฉพาะทางรวมข้อมูลชุดทดสอบ

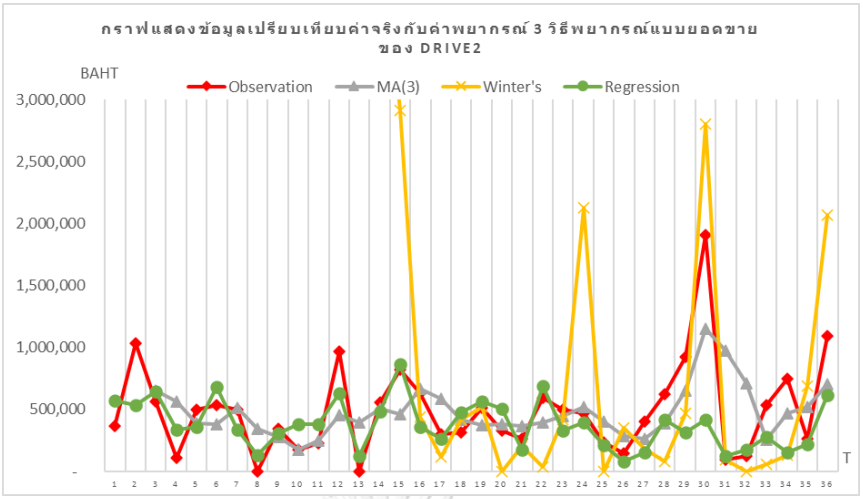


รูปที่ 4.25 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้นของตัวแทนทางอุตสาหกรรมรวมข้อมูลชุดทดสอบ

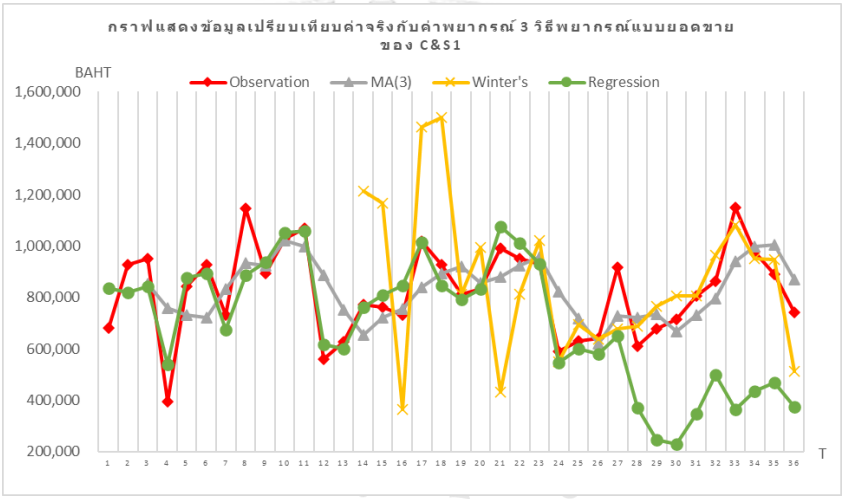
- แบบยอดขาย



รูปที่ 4.26 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของDrive1รวมข้อมูลชุดทดสอบ

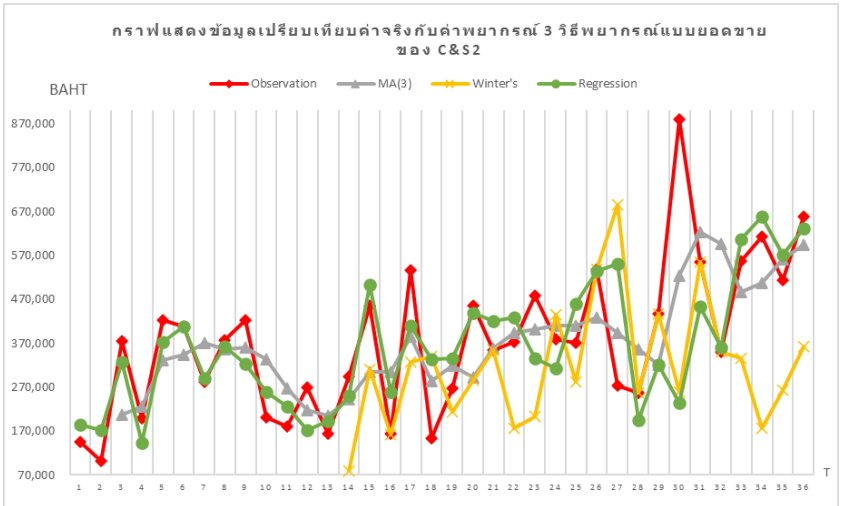


รูปที่ 4.27 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของDrive2 รวมข้อมูลชุดทดสอบ

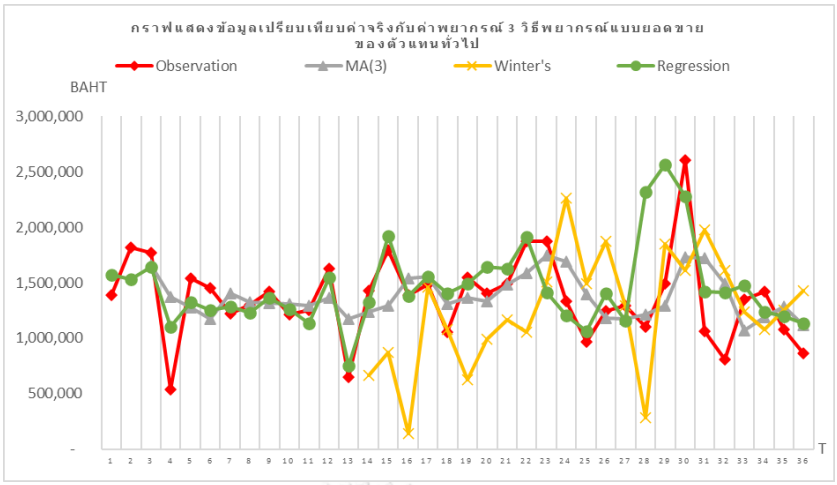


รูปที่ 4.28 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของC&S1รวมข้อมูลชุดทดสอบ

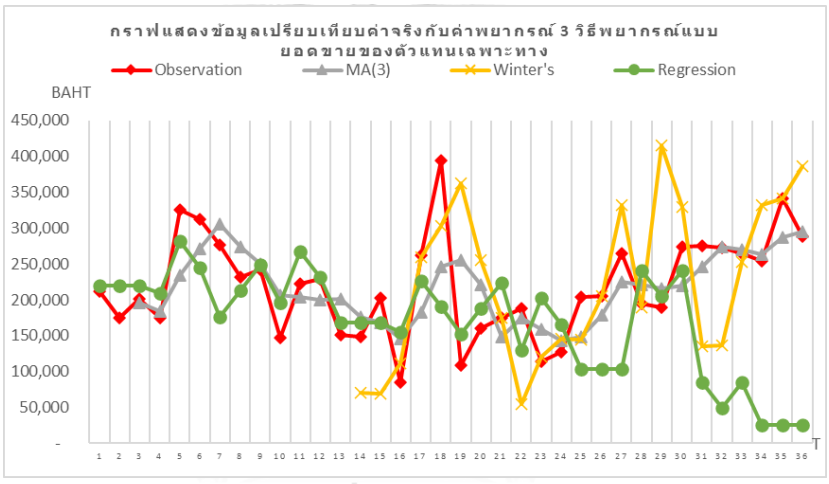
CHULALONGKORN UNIVERSITY



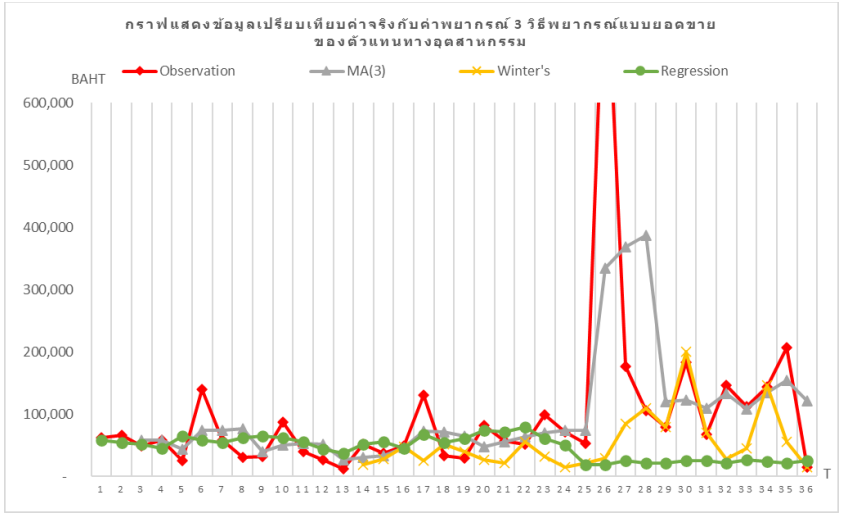
รูปที่ 4.29 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของC&S2รวมข้อมูลชุดทดสอบ



รูปที่ 4.30 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนทั่วไปรวมข้อมูลชุดทดสอบ



รูปที่ 4.31 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนเฉพาะทาง รวมข้อมูลชุดทดสอบ



รูปที่ 4.32 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขายของตัวแทนทางอุตสาหกรรมรวมข้อมูลชุดทดสอบ

ตัวแบบการพยากรณ์ที่ได้จากการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) นำมาทดสอบในข้อมูลชุดที่สอง (Testing data) ได้ค่า MAPE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีดังตารางที่ 4.25 และ ตารางที่ 4.26 พบว่าในข้อมูลชุดที่สอง (Testing data) ค่า MAPE เฉลี่ยของวิธี Winter's มีค่าน้อยที่สุดทั้งในการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย รองลงมาคือวิธี Multiple regression และต่อมาด้วยวิธี Moving average จากผลการทดสอบจึงเลือกใช้วิธี Winter's ในการพยากรณ์แบบรายเดือน และใช้วิธี Multiple regression ในการพยากรณ์แบบรายปีทั้งในแบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย

ตารางที่ 4.25 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) และชุดที่สอง (Testing data) 3 วิธีพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น

ประเภท	MAPE (%)					
	Training data	Testing data	Training data	Testing data	Training data	Testing data
	Moving Average	Moving Average	Winter's	Winter's	Multiple regression	Multiple regression
Drive 1	86.95	200.67	61.76	80.06	66.27	82.83
Drive 2	46.08	101.96	85.48	90.33	59.90	48.98
C&S 1	19.23	56.58	17.08	32.59	8.67	49.87
C&S 2	38.21	70.18	47.89	50.18	24.87	44.36
ตัวแทนทั่วไป	29.02	94.61	44.51	47.96	15.25	158.39
ตัวแทนเฉพาะทาง	36.75	17.30	29.46	29.50	23.13	69.28
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	79.17	80.95	57.19	59.09	60.73	76.73
ค่าเฉลี่ย	**47.92**	**88.89**	**49.05**	**55.67**	**36.97**	**75.77**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

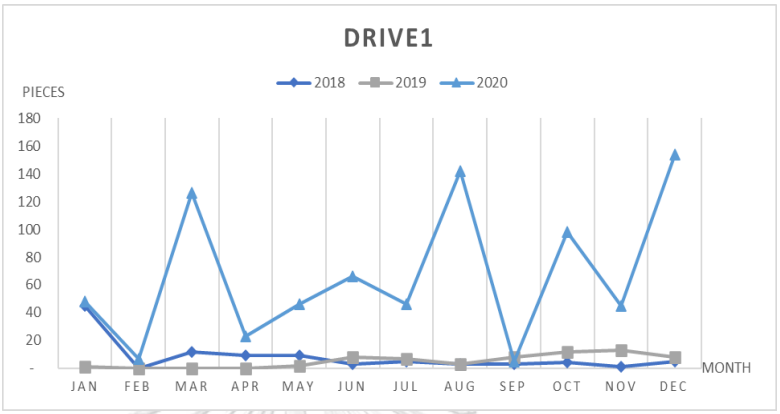
ตารางที่ 4.26 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) และชุดที่สอง (Testing data) 3 วิธีพยากรณ์แบบยอดขาย

ประเภท	MAPE (%)					
	Training data	Testing data	Training data	Testing data	Training data	Testing data
	Moving Average	Moving Average	Winter's	Winter's	Multiple regression	Multiple regression
Drive 1	86.79	88.17	60.61	56.45	46.38	77.99
Drive 2	45.87	205.80	148.48	115.32	60.11	45.87
C&S 1	22.52	18.20	35.42	21.98	8.30	44.50
C&S 2	35.53	29.62	40.70	39.07	25.90	25.41
ตัวแทนทั่วไป	28.28	36.59	55.68	42.63	13.96	33.39
ตัวแทนเฉพาะทาง	38.12	17.16	50.09	40.09	25.24	57.89
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	73.03	170.63	48.27	42.78	52.26	79.65
ค่าเฉลี่ย	**47.16**	**80.88**	**62.75**	**51.19**	**33.16**	**52.10**

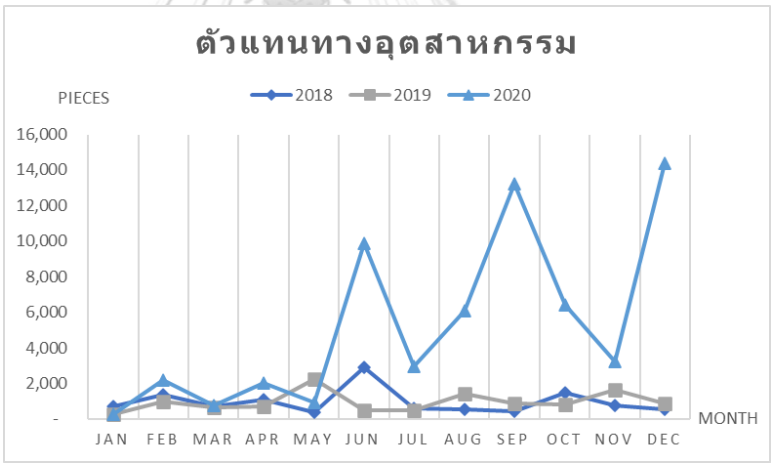
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมจากค่า MAPE ที่ได้จากตารางที่ 4.25 และตารางที่ 4.26 ขั้นตอนต่อไปคือการนำไปใช้ และประเมินผล จากการทดสอบพยากรณ์ข้อมูลชุดที่สอง (Testing data) ค่า MAPE จากวิธี Multiple regression ให้ค่าสูงกว่าการพยากรณ์ในข้อมูลชุดแรก (Training data) วิเคราะห์เพิ่มเติมจากการพิจารณาข้อมูลชุดที่หนึ่ง และชุดที่สองมาแสดงดังรูปที่ 4.33 และ 4.34 แสดงตัวอย่างข้อมูลในชุดที่สองมีลักษณะที่แตกต่างไปจากข้อมูลชุดแรก เมื่อพิจารณาย้อนหลังสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2020 ต้องการเพิ่มยอดขายให้มากขึ้น มีการเปลี่ยนกลยุทธ์ในการจำหน่ายสินค้าอุตสหกรรมราคาประหยัด มุ่งเน้นการขายสินค้าที่เป็นโซลูชั่นมากขึ้น, ราคาขายต่อหน่วยสูงขึ้น และเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดนำเสนอสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดให้กับผู้ผลิตระบบและผู้ผลิตเครื่องจักรให้ใช้สินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดในงานโปรเจคใหม่มากขึ้น สินค้าอุตสากรรมราคาประหยัดจะเข้าไปอยู่ในโรงงานอุตสากรรม ส่วนแบ่งการตลาดจะเพิ่มมากขึ้นทำให้เพิ่มโอกาสการจำหน่ายสินค้าสู่

ตลาดในอนาคต สินค้าประเภท Drive1 ทำให้มียอดขายเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และในจำนวนมากเนื่องจากเป็นการจำหน่ายในรูปแบบโปรเจค ส่งผลให้ตัวแทนเฉพาะทาง และตัวแทนทางอุตสาหกรรมที่ดูแลลูกค้าที่สอดคล้องกับกลยุทธ์สูงขึ้นตามไปด้วย



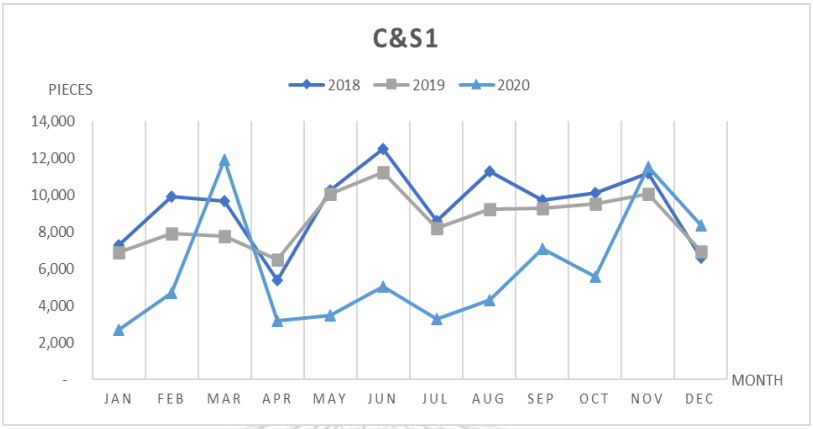
รูปที่ 4.33 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้น Drive1 ปีค.ศ. 2018-2020 ของบริษัทกรณีศึกษา



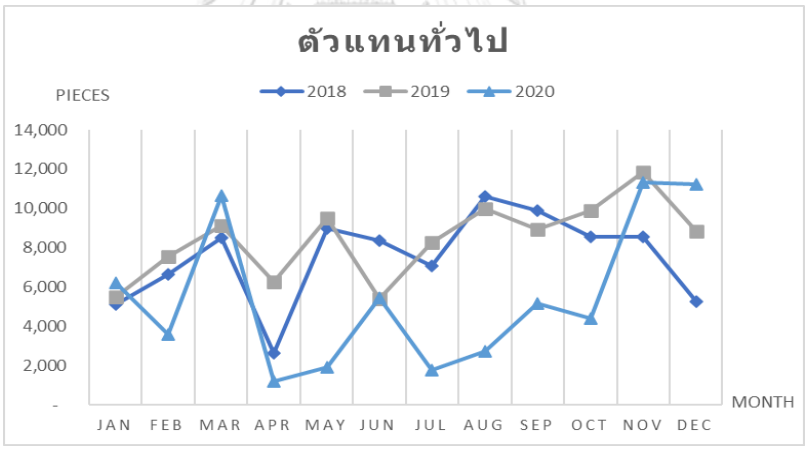
รูปที่ 4.34 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นตัวแทนทางอุตสาหกรรม ปีค.ศ. 2018-2020 ของบริษัทกรณีศึกษา

นอกจากกลยุทธ์ที่เปลี่ยนแปลงไป สถานการณ์ของประเทศก็ส่งผลกระทบเช่นเดียวกันในปีค.ศ. 2020 มีโรคระบาดที่ส่งผลให้ต้องสั่งปิดหน้าร้าน, ลดการเดินทาง, เน้นทำงานที่บ้านเพิ่มมากขึ้นในช่วงที่มีการระบาดหนักในเดือนเมษายนเป็นต้นไป ทำให้สินค้า C&S1 มียอดขายน้อยลงไม่เป็นไปตาม seasonality ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2018-2019 และส่งผลให้ตัวแทนทั่วไปที่จำหน่ายสินค้าให้กับร้านค้า ซึ่งได้รับผลกระทบจากการสั่งปิดหน้าร้าน ยอดขายจึงน้อยลง แสดงดังรูปที่ 4.35 และ 4.36 เมื่อชุดข้อมูลที่หนึ่ง (Training data) และข้อมูลชุดที่สอง (Testing data) มีลักษณะสภาพแวดล้อม และสถานการณ์แตกต่างกันอย่างชัดเจน ทำให้เกิดผลกระทบกับการสร้างแบบแผนการ

พยากรณ์ของวิธี Multiple regression ที่อ้างอิงลักษณะข้อมูลในอดีตมาพยากรณ์ แต่ไม่ส่งผลมากนักกับวิธี Winter's exponential smoothing เนื่องจากวิธีนี้เปรียบค่าการปรับเรียบทั้ง 3 ค่าทุกเดือน หากต้องนำสมการ Multiple regression ไปใช้งานจำเป็นอย่างยิ่งที่จะวิเคราะห์ระยะเวลาที่ควรปรับสมการใหม่



รูปที่ 4.35 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้น C&S 1 ปีค.ศ. 2018-2020 ของบริษัทกรณีศึกษา



รูปที่ 4.36 กราฟแสดงข้อมูลยอดขายจำนวนชิ้นตัวแทนทั่วไป ปีค.ศ. 2018-2020 ของบริษัทกรณีศึกษา

การปรับเปลี่ยนสมการ เริ่มจากการพิจารณาความถี่ที่สามารถปรับเปลี่ยนสมการได้ การวิเคราะห์การพยากรณ์ด้วยวิธี Multiple regression with timeseries analysis จำเป็นต้องใช้เวลาในการรวบรวมข้อมูลทำให้ไม่สามารถปรับเปลี่ยนสมการถี่ได้ จึงได้เริ่มการทดสอบปรับเปลี่ยนสมการทุก ๆ 6 เดือน ได้สมการตามตารางที่ 4.27 และตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.27 สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา สำหรับการพยากรณ์แบบจำนวนชิ้น (ปรับเปลี่ยนสมการทุก 6 เดือน)

ประเภท	Regression Equation (Adjusted 1 Year)	Regression Equation (Adjusted 6 Months)
Drive 1	Y=-11.92 + 2.052X2 + 2.20X8	Y= -17.23 + 0.274X9 + 0.696X10
Drive 2	Y=3.05 + 0.0311X9	Y=4.49 + 0.1345X9
C&S 1	Y=1426 + 53.1X2 + 1418X3 + 472X8	Y=3814 + 8113X7
C&S 2	Y=1909 + 28.1X2 + 0.1073X5 + 1704X7 + 647X8	Y=6704.2 + 907.6X7 + 475.74X8
ตัวแทนทั่วไป	Y=2499 - 16.32X1 + 84.2X2 + 1703X7	Y=2563 + 222.5X8 + 0.4979X10
ตัวแทนเฉพาะทาง	Y=-565 + 505X3 + 0.251X5 + 868X8	Y=2561.6 + 0.11595X5 + 695.7X6 + 0.03478X10
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	Y=798 + 0.0328X5	Y=-8.23 + 2.283X2 - 0.982X8 + 0.000792X9 + 0.998468X10

ตารางที่ 4.28 สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา สำหรับการพยากรณ์แบบยอดขาย (ปรับเปลี่ยนสมการทุก 6 เดือน)

ประเภท	Regression Equation (Adjusted 1 Year)	Regression Equation (Adjusted 6 Months)
Drive 1	Y=-58180 + 24474X2	Y= 184138 + 558220X3 - 2.9255X5 + 0.0557X9 + 0.1758X10
Drive 2	Y=83524 + 2.286X1 - 141804X3 + 0.0813X9	Y=119997 - 239062X3 + 0.09831X5 + 75680X7 + 1.35838X10
C&S 1	Y=-770674 + 9846X1 + 4780X2 + 123565X3 + 46369X8	Y= 757435 - 1050X1 + 137390X6 + 236136X7 - 0.03261X9
C&S 2	Y=32303 + 3176X2 + 0.1588X5 + 170834X7 + 32617X8	Y=259651 + 0.810X10
ตัวแทนทั่วไป	Y=-438254 + 4131X1 + 13330X2 + 453574X7 - 83658X8	Y=532587 - 434487X3 + 1.733X10
ตัวแทนเฉพาะทาง	Y=89173 + 36147X3 + 27297X8	Y=198844 + 70172X6
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	Y=-9569 + 640X2	Y=3079932 - 931.7X1 - 161193X2 + 1085474X3 + 4.14X5 + 764878X7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมการที่ได้จากตารางที่ 4.27 และตารางที่ 4.28 นำมาพยากรณ์ แล้วตรวจสอบค่า MAPE ได้ผลค่า MAPE ดังตารางที่ 4.29 แสดงค่า MAPE ของผลการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) และชุดที่สอง (Testing data) วิธี Multiple regression ปรับสมการ 1 ปี และ 6 เดือน แบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย การพยากรณ์วิธี Multiple regression with time series ที่มีการปรับสมการ 6 เดือนมีค่า MAPE น้อยกว่าการปรับสมการ 1 ปี การปรับสมการ 6 เดือนช่วยให้สามารถจับความเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อการพยากรณ์ได้ทัน ยิ่งปรับเปลี่ยนบ่อยยิ่งช่วยให้จับความเปลี่ยนแปลงได้เร็วยิ่งขึ้น แต่เนื่องด้วยการปรับเปลี่ยนสมการใช้เวลานาน เมื่อนำไปใช้งานไม่สามารถปรับเปลี่ยนสมการได้บ่อยมากนัก จึงปรับเปลี่ยนสมการ Multiple regression ทุก ๆ 6 เดือน

ตารางที่ 4.29 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) และชุดที่สอง (Testing data) วิธี Multiple regression ปรับสมการ 1 ปี และ 6 เดือน แบบจำนวนชิ้น และแบบยอดขาย

ประเภท	MAPE (%) แบบจำนวนชิ้น			MAPE (%) แบบยอดขาย		
	Training data	Testing data Adjusted 1 year	Testing data Adjusted 6 months	Training data	Testing data Adjusted 1 year	Testing data Adjusted 6 months
Drive 1	66.27	82.83	26.73	46.38	77.99	24.35
Drive 2	59.90	48.98	46.87	60.11	45.87	92.65
C&S 1	8.67	49.87	35.18	8.30	44.50	14.38
C&S 2	24.87	44.36	47.68	25.90	25.41	22.70
ตัวแทนทั่วไป	15.25	158.39	43.64	13.96	33.39	12.20
ตัวแทนเฉพาะทาง	23.13	69.28	12.75	25.24	57.89	11.94
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	60.73	76.73	1.03	52.26	79.65	42.75
ค่าเฉลี่ย	**36.97**	**75.77**	**30.55**	**33.16**	**52.10**	**31.57**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุป

จากการศึกษาการเปรียบเทียบการพยากรณ์ยอดขายของสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดในกลุ่มตัวแทนจำหน่ายเพื่อเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม ศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ 5 วิธี วิธีนาอีฟสำหรับข้อมูลอนุกรมฤดูกาล (Naïve for seasonal), วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average), วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series Analysis), วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing) และวิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA โดยการเลือกวิธีที่แม่นยำที่สุดด้วยการเปรียบเทียบจากค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) สรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลงานวิจัย

ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) ในข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) เปรียบเทียบ 5 วิธี พบว่าวิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series Analysis) มีค่าน้อยที่สุดเฉลี่ยรวม 35.07 เปอร์เซ็นต์ แยกเป็น 36.97 เปอร์เซ็นต์ในแบบจำนวนชิ้น และ 33.16 เปอร์เซ็นต์ในแบบยอดขาย รองลงมาคือค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average(3))) มีค่าเฉลี่ยรวม 47.54 เปอร์เซ็นต์ แยกเป็น 47.92 เปอร์เซ็นต์ในแบบจำนวนชิ้น และ 47.16 เปอร์เซ็นต์ในแบบยอดขาย ต่อมาคือวิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing) มีค่าเฉลี่ยรวม 55.90 เปอร์เซ็นต์ แยกเป็น 49.05 เปอร์เซ็นต์ในแบบจำนวนชิ้น และ 62.75 เปอร์เซ็นต์ในแบบยอดขาย ลำดับที่สี่คือวิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA ค่าเฉลี่ยรวม 59.22 เปอร์เซ็นต์ แยกเป็น 48.09 เปอร์เซ็นต์ในแบบจำนวนชิ้น และ 70.35 เปอร์เซ็นต์ในแบบยอดขาย ตามด้วยลำดับสุดท้ายวิธีนาอีฟสำหรับข้อมูลอนุกรมฤดูกาล (Naïve for seasonal) ซึ่งเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ค่าเฉลี่ยรวม 445.93 เปอร์เซ็นต์ แยกเป็น 458.85 เปอร์เซ็นต์ในแบบจำนวนชิ้น และ 433.02 เปอร์เซ็นต์ในแบบยอดขาย นำวิธี 3 ลำดับแรกมาทดสอบในข้อมูลชุดที่สอง (Testing data) ได้ผลการพยากรณ์เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) ลำดับค่า MAPE น้อยที่สุด เปลี่ยนไปจากข้อมูลชุดที่หนึ่ง วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series Analysis) มีค่าน้อยที่สุดเฉลี่ยรวม 31.06 เปอร์เซ็นต์ แยกเป็น 30.55 เปอร์เซ็นต์ในแบบจำนวนชิ้น และ 31.57 เปอร์เซ็นต์ในแบบยอดขาย แต่การนำไปใช้งานเพื่อให้ได้ค่า MAPE ที่น้อยจะต้องมีการปรับเปลี่ยนสมการทุก ๆ 6 เดือน ต่อมาวิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing) มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดรวม 53.43 เปอร์เซ็นต์ แยกเป็น 55.67 เปอร์เซ็นต์ในแบบจำนวนชิ้น และ 51.19 เปอร์เซ็นต์ในแบบยอดขาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลักการในการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมจากค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) ที่น้อยที่สุด จำเป็นอย่างยิ่งในการคำนึงถึงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลก่อนการพยากรณ์, ความถี่ในการพยากรณ์, เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การพยากรณ์ และความยากง่ายในการใช้งาน งานวิจัยฉบับนี้เลือกประยุกต์ใช้ 2 วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมรายละเอียด ดังนี้

- วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series Analysis) เป็นวิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) ที่น้อยที่สุด เมื่อนำมาใช้งานจริง พบว่าวิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา ต้องเก็บข้อมูลเพื่อทำการพยากรณ์และใช้เวลาค่อนข้างมากในการเก็บข้อมูล รวมถึงวิธีการในการวิเคราะห์ และพยากรณ์ต้องใช้โปรแกรม Minitab ซึ่งต้องทำทีละชุดข้อมูล และต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์ข้อมูล จึงไม่เหมาะสมกับการพยากรณ์แบบรายเดือน แต่สามารถนำมาเป็นข้อมูลวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อยอดขายเพื่อปรับกลยุทธ์ให้เหมาะสมแบบครึ่งปี หรือการวางแผนในอนาคตที่อาศัยการพยากรณ์ระยะยาว

วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series Analysis) มีการนำไปใช้งานจริงในปีค.ศ. 2021 เกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินที่จำเป็นต้องวางแผนสั่งซื้อสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดเก็บไว้ในคลังสินค้าภายนอกของสำนักงานขายในประเทศไทย เพื่อเตรียมสินค้าให้พร้อมจำหน่ายในระหว่างเดือนเมษายาถึงมิถุนายน ค.ศ. 2021 ได้พยากรณ์รูปแบบจำนวนชิ้นสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดวิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาตามแนวคิดที่ได้จากงานวิจัยนี้ ช่วยให้สามารถจัดเก็บสินค้าเพียงพอต่อการจำหน่ายช่วงที่ต้องการ ส่งผลให้สามารถรักษายอดขายไว้ได้ 7 ล้านบาท

- วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing) เป็นวิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) ที่ลำดับรองลงมา ใช้โปรแกรม Microsoft Excel พร้อมประยุกต์ใช้หลักการ Optimization เข้ามาช่วยคำนวณค่าคงที่ปรับให้เรียบ 3 ค่า สามารถปรับเปลี่ยนค่าปรับให้เรียบทั้ง 3 ค่าได้ทุก ๆ เดือนทำให้จับความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ทันในทุก ๆ เดือน จึงใช้วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing) สำหรับการพยากรณ์รายเดือน

วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing) นำไปเผยแพร่ให้ผู้เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้กับสินค้าประเภทอื่น ๆ พบว่าช่วยลดระยะเวลาในการพยากรณ์ยอดขาย, ผู้นำไปใช้งานสามารถใช้งานได้ง่ายโดยไม่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในโปรแกรมเฉพาะทาง ใส่ข้อมูลลงไปในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อพยากรณ์ค่าออกมาได้อย่างง่าย, รวดเร็ว และยังให้ค่าความถูกต้องในการพยากรณ์เพิ่มขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2 อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผลการพยากรณ์จากงานวิจัยนี้แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) ในตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2 สังเกตค่า MAPE ของประเภท Drive1, Drive2 และตัวแทนทางอุตสาหกรรมเป็นกลุ่มที่ค่า MAPE ของการพยากรณ์มีค่าน้อยลงกว่าวิธีพยากรณ์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันแต่ยังคงสูงอยู่ การนำไปใช้งานการพยากรณ์วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์จึงประยุกต์มาเป็นตัวเลขตั้งต้น (Guideline) ในการพยากรณ์ควบคู่กับวิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Method) อาศัยวิธีการอภิปราย ประชุมหารือกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ปรับตัวเลขตั้งต้นที่ได้จากการพยากรณ์รวมกัน เพื่อให้ค่าพยากรณ์มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

ผลการพยากรณ์วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Multiple Regression with time series Analysis) จากตารางที่ 5.1 และ ตารางที่ 5.2 ค่า MAPE ในข้อมูลชุดที่หนึ่ง (Training data) และข้อมูลชุดที่สอง (Testing data) มีลักษณะเพิ่มขึ้นอย่างมาก ยกตัวอย่างเช่นประเภทตัวแทนทั่วไปแบบจำนวนชิ้น มีค่า MAPE ของ Training data เท่ากับ 15.25 เปอร์เซ็นต์ แต่ใน Testing data เท่ากับ 158.39 เปอร์เซ็นต์ และประเภท C&S1 แบบยอดขาย มีค่า MAPE ของ Training data เท่ากับ 8.30 เปอร์เซ็นต์ แต่ใน Testing data เท่ากับ 44.50 เปอร์เซ็นต์ จึงวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการปรับเปลี่ยนสมการจากวิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา จากตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2 ผลการปรับเปลี่ยนสมการแบบ 6 เดือนให้ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) น้อยกว่าการปรับเปลี่ยนสมการแบบ 1 ปี ซึ่งการปรับเปลี่ยนสมการแบบ 6 เดือนช่วยให้ค่าพยากรณ์วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลามีความแม่นยำมากขึ้น เนื่องจากสามารถจับความเปลี่ยนแปลงไปของข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งความถี่ในการปรับเปลี่ยนสมการช่วยให้สามารถจับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ทัน แต่หากเพิ่มความถี่มากเกินไปอาจไม่เหมาะสมกับการใช้งาน ด้วยข้อจำกัดของการรวบรวมข้อมูล และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บการวิเคราะห์ และการพยากรณ์ จึงเลือกใช้การปรับเปลี่ยนสมการแบบ 6 เดือน เพื่อช่วยให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้น

ขั้นตอนการพยากรณ์อีกหนึ่งขั้นตอนที่เป็นส่วนสำคัญหลังจากได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือขั้นตอนการตรวจสอบผลการพยากรณ์ และติดตามเป็นระยะ ๆ เมื่อมีข้อมูลมากเพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากขึ้น หรืออยู่ในระดับที่เคยวิเคราะห์

ตารางที่ 5.1 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธีที่เลือกใช้แบบจำนวนชิ้น

ประเภท	MAPE (%)				
	Training data	Testing data	Training data	Testing data Adjusted 1 year	Testing data Adjusted 6 months
	Winter's	Winter's	Multiple regression	Multiple regression	Multiple regression
Drive 1	61.76	80.06	66.27	82.83	26.73
Drive 2	85.48	90.33	59.90	48.98	46.87
C&S 1	17.08	32.59	8.67	49.87	35.18
C&S 2	47.89	50.18	24.87	44.36	47.68
ตัวแทนทั่วไป	44.51	47.96	15.25	158.39	43.64
ตัวแทนเฉพาะทาง	29.46	29.50	23.13	69.28	12.75
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	57.19	59.09	60.73	76.73	1.03

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.2 ค่า MAPE ของผลการพยากรณ์วิธีที่เลือกใช้แบบยอดขาย

ประเภท	MAPE (%)				
	Training data	Testing data	Training data	Testing data Adjust 1 year	Testing data Adjust 6 months
	Winter's	Winter's	Multiple regression	Multiple regression	Multiple regression
Drive 1	60.61	56.45	46.38	77.99	24.35
Drive 2	148.48	115.32	60.11	45.87	92.65
C&S 1	35.42	21.98	8.30	44.50	14.38
C&S 2	40.70	39.07	25.90	25.41	22.70
ตัวแทนทั่วไป	55.68	42.63	13.96	33.39	12.20
ตัวแทนเฉพาะทาง	50.09	40.09	25.24	57.89	11.94
ตัวแทนทางอุตสาหกรรม	48.27	42.78	52.26	79.65	42.75

สินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดที่ได้พยากรณ์ในงานวิจัยนี้เป็นการเลือกมาจากการวิเคราะห์ยอดขายข้อมูลในอดีตที่ยอดขายของสินค้าประเภท Drive1, Drive2, C&S1 และ C&S2 คิดเป็น 96 เปอร์เซ็นต์ของยอดขายทั้งหมด แต่ยังคงมีสินค้าประเภท PLC, HMI, Motion, C&S3 และ PSU ที่ไม่ได้นำมาพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ เนื่องจากมีสัดส่วนยอดขายน้อย ซึ่งสินค้าประเภทดังกล่าวมีแนวโน้มสัดส่วนยอดขายมากขึ้นตามกลยุทธ์การจำหน่ายสินค้าที่เป็นระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้นสอดคล้องกับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 การนำไปใช้งานในอนาคตควรมีการเพิ่มประเภทสินค้าที่นำมาพยากรณ์ให้สอดคล้องกับสัดส่วนยอดขายที่เปลี่ยนแปลง ประกอบกับแนวโน้มของโลกที่เริ่มเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 เป็นสิ่งสำคัญของการเปลี่ยนแปลง ด้านความเร็วในการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เริ่มมีความรวดเร็วมากขึ้น มีความถูกต้องแม่นยำ สามารถเช็คสถานะของสินค้าได้แบบ Real time ในอนาคตการพยากรณ์ข้อมูลที่แลกเปลี่ยนกันทั่วโลกเข้ามาช่วยให้อิทธิพลการพยากรณ์ลดลง และพยากรณ์ได้สะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น

จากการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดในกลุ่มตัวแทนจำหน่ายโดยใช้ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) เป็นตัวชี้วัด

พบว่าวิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นวิธีที่ให้ค่า MAPE น้อยที่สุด แต่เป็นวิธีที่ใช้ทรัพยากร และข้อมูลในการคำนวณจำนวนมาก จึงไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์แบบรายเดือน แต่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อยอดขายเพื่อปรับกลยุทธ์การขายในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ดีการใช้งานวิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาจำเป็นต้องปรับเปรียบสมการทุก 6 เดือน เพื่อให้ค่าความแม่นยำดียิ่งขึ้น และสามารถปรับเปลี่ยนได้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงไปของข้อมูล ในขณะที่วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์เป็นวิธีที่ให้ค่า MAPE น้อยที่สุดเป็นลำดับถัดมา สามารถใช้งานได้สะดวก กลับมีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์แบบรายเดือนมากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรับค่าปรับเรียบที่สามารถดำเนินการได้ง่าย ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้วิธีการดังกล่าวในการพยากรณ์สำหรับสินค้าอุตสาหกรรมราคาประหยัดในกลุ่มตัวแทนจำหน่ายของบริษัทกรณีศึกษาเป็นหลัก ดังนั้นการเลือกเทคนิคการพยากรณ์นอกจากการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการนำไปใช้งานเป็นหลัก รวมถึงการตรวจสอบอยู่เป็นประจำเพื่อให้สามารถปรับได้ทันตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป และด้วยนวัตกรรมของโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา วิธีการพยากรณ์อื่น ๆ มีโอกาสจะเพิ่มมากขึ้นมาตามวิวัฒนาการ และเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อความรวดเร็ว, ง่ายต่อการใช้งาน และวิเคราะห์ผล รวมถึงเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ หนึ่งในวิธีการพยากรณ์ที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ คือ โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network, ANN) ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่จำลองการประมวลผลของข้อมูล และเชื่อมโยงข้อมูลให้คล้ายกับการทำงานของโครงสร้างประสาทและการทำงานของสมองมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Bianchi, L., Jarrett, J., & Hanumara, R. C. J. I. J. o. F. (1998). Improving forecasting for telemarketing centers by ARIMA modeling with intervention. *14*(4), 497-504.

Bowerman, B. L., & O'Connell, R. T. (1993). Forecasting and time series: An applied approach. 3rd.

Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: forecasting and control*: John Wiley & Sons.

Chatfield, C. (2000). *Time-series forecasting*: CRC press.

Diebold, F. X. (2018). *Elements of forecasting. South-Western Cengage Learning*.

Draper, N. R., & Smith, H. (1998). *Applied regression analysis* (Vol. 326): John Wiley & Sons.

Hanke, J. E., & Wichern, D. (2013). *Business Forecasting: Pearson New International Edition PDF eBook*: Pearson Higher Ed.

Kadri, F., Harrou, F., Chaabane, S., & Tahon, C. J. J. o. m. s. (2014). Time series modelling and forecasting of emergency department overcrowding. *38*(9), 1-20.

Kerr, A. W., Hall, H. K., & Kozub, S. A. (2002). *Doing statistics with SPSS*: Sage.

Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (2008). *Forecasting methods and applications*: John wiley & sons.

Song, Q., Chissom, B. S. J. F. s., & systems. (1993). Fuzzy time series and its models. *54*(3), 269-277.

Taylor, J. W. J. I. J. o. F. (2010). Exponentially weighted methods for forecasting intraday time series with multiple seasonal cycles. *26*(4), 627-646.

เฉลิมพล. (2561). หน่วย *12* อนุกรมเวลาและการพยากรณ์. ในประมวลสาระชุดวิชาการวิเคราะห์เชิงปริมาณและการวิจัยสำหรับนักเศรษฐศาสตร์หน่วยที่ *11-15*: สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

กรินทร์. (2019). การพยากรณ์ทางสถิติ: กรุงเทพ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

กันต์. (2559). ตัวแบบเครือข่ายสำหรับปัญหาการบริหารคลังและจัดเส้นทางเดินรถภายใต้รูปแบบการกระจายสินค้า *3* ลำดับขั้น. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ณัฐนนท์. (2560). การสร้างแบบจำลองพยากรณ์น้ำท่าสำหรับพื้นที่ที่ไม่มีสถานีวัดในลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน. จุฬาลงกรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มหาวิทยาลัย,

ทรงศิริ. (2549). การพยากรณ์เชิงปริมาณ: สำนักพิมพ์เกษตรศาสตร์.

ธิติพงศ์. (2019). การประมาณจำนวนยานพาหนะที่ผ่านแยกจราจรโดยใช้ข้อมูลจีพีเอสของรถแท็กซี่.

นิภา. (2006). การพยากรณ์การขาย = *Sales forecasting*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปฏิมาพร. (2013). การพยากรณ์ยอดขายสำหรับผู้แทนจำหน่ายเม็ดพลาสติก.

พัชรพร. (2018). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยด้วยวิธีอนุกรมเวลา.

พัฒนา. (2559). ตัวแบบพยากรณ์ผลผลิต และปริมณส่งออกยางพาราของประเทศไทย.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,

พิภพ. (2016). การจัดการวัสดุคงคลังในโซ่อุปทาน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

พิมพร. (2020). การวิเคราะห์ปัจจัยทางการเงินสำหรับการพยากรณ์สินเชื่อที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ของธนาคารพาณิชย์.

มธุรส. (2018). การปรับปรุงการวางแผนการผลิตเพื่อการพยากรณ์การสั่งซื้อวัตถุดิบ.

มุกดา. (2549). อนุกรมเวลาและการพยากรณ์: สำนักพิมพ์ประกายพรึก.

รัตนา. (2017). การสร้างสมการพยากรณ์การใช้พลังงานด้วยการวิเคราะห์การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ: กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องเสียงติดรถยนต์. 893-905.

สุพล. (2540). การพยากรณ์ทางธุรกิจ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อมรศิริ. (2560). เอกสารคำสอนวิชาการพยากรณ์ทางอุตสาหกรรม: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัจฉรา. (2018). การปรับปรุงการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบและนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังสำหรับโรงงานผลิตขึ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	เพ็ญพิชชา สง่าวงษ์
วัน เดือน ปี เกิด	3 มกราคม 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
วุฒิการศึกษา	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาอัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ปัจจุบัน	889 ต.จันทึก อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30300

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY