การศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series) เพื่อการวางแผนการผลิต
กรณีศึกษา โรงงานผลิตฉนวนกันความร้อน

กฤษณกร แก้วทอง

สารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2555

สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY
TNI

A STUDY OF TIME SERIES FORECAST
A CASE STUDY OF HEAT INSULATION MANUFACTURER

Kritsanakon Kaewthong

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Business Administration Program in Industrial Management

Graduate School

Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2012

สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY
TNI

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series) เพื่อการวางแผนการผลิต กรณีศึกษา โรงงานผลิตฉนวนกันความร้อน
โดย	กฤษณกร แก้วทอง
สาขาวิชา	การจัดการอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราคม เนิดน้อย)

..... กรรมการ
(ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์)

กฤษณกร แก้วทอง : การศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series) กรณีศึกษา โรงงานผลิตฉนวนกันความร้อน. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์, 81 หน้า.

สารนิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาเพื่อสนับสนุนการวางแผนการผลิตของฝ่ายวางแผนการผลิต การศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาในสารนิพนธ์นี้ได้ศึกษาลักษณะของข้อมูลยอดขายสินค้าในอดีตเพื่อเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา ผลการดำเนินงานปรากฏว่า วิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือ วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย จากนั้นได้นำวิธีการพยากรณ์ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ในระบบวางแผนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาเพื่อใช้ในการตัดสินใจสั่งผลิต หลังจากที่นำไปใช้ในบริษัทกรณีศึกษาผลที่ได้ในเดือนกันยายน 2554 ถึง มกราคม 2555 การพยากรณ์การผลิตด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย พยากรณ์การผลิตสินค้าได้รวมทั้งหมด 1,410 ม้วน โดยมียอดขายรวมทั้งสิ้น 1,300 ม้วน ซึ่งมีผลต่างยอดขายจริงเท่ากับ 110 ม้วน คิดเป็นต้นทุนมูลค่าประมาณ 440,000 บาท ในขณะที่ใช้วิธีการพยากรณ์จากประสบการณ์ของผู้วางแผนจะต้องสั่งผลิต 1,600 ม้วน ซึ่งมีผลต่างกับยอดขายจริงเท่ากับ 300 ม้วน คิดเป็นต้นทุนมูลค่าประมาณ 1,200,000 บาท

สรุปได้ว่า ผลการพยากรณ์การผลิตสินค้าด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กโพเนนเชียลแบบง่ายมีค่าไกล้เคียงกับยอดขายจริงมากกว่าการใช้วิธีการจากประสบการณ์ของผู้วางแผนการผลิตอย่างเดียว

บัณฑิตวิทยาลัย ลายมือชื่อนักศึกษา .....

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2555

KRITSANAKORN KAEWTHONG : A STUDY OF TIME SERIES FORECASTING : A CASE STUDY OF HEAT INSULATION MANUFACTURER. ADVISOR: DR. KORAKOT HEMSATHAPAT, 81 PP.

The objective of this independent study is to support production planning department with more accurate information of future demand by time series forecasting. In this study, patterns of the past data plot were studied to fit with a suitable forecasting technique. From the numerous experiments of various forecasting techniques, it was found that the least error forecasting model is the simple exponential smoothing technique. Then, the model was chosen to support the production planning department for demand forecast. From September 2011 to January 2012, the model can forecast the demand of heat insulation (rolls) with only 110 rolls over the actual demand (1,410 roles (forecasted) vs. 1,300 rolls (actual)). The over production is a cost of 440,000 Baht. In comparison with expert judgment model which was previously used in the factory, the expert judgment model can forecast the demand with 300 rolls over the actual demand (1,600 rolls (forecasted) vs. 1,300 rolls (actual)). This costs the company 1,200,000 Baht in inventory.

In summary, simple exponential smoothing technique yields more accurate results than the expert judgment technique.

TNI
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Graduate School Student's Signature .....

Field of Study Industrial Management Advisor's Signature .....

Academic Year 2012

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเมตตาช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์ และคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอนเพื่อให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ให้ความรู้ ประสบการณ์อันมีคุณค่ายิ่ง และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในทุกๆ ด้านตลอดเวลาที่ศึกษา

ขอขอบพระคุณนักวิชาการทุกท่าน หนังสือทุกเล่ม และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ที่ผู้ศึกษาได้เรียนรู้และนำมาถ่ายทอดความรู้แก่บุคคลรุ่นต่อๆไป

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่ออุดร คุณแม่เครือวัลย์ แก้วทอง ขอขอบคุณน้องสาว คุณศิวพร คุณฐิติรัตน์ แก้วทอง ครอบครัว และเพื่อนๆ การจัดการอุตสาหกรรม (MIM) ห้อง C ที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

ท้ายที่สุดคุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากการศึกษาค้นคว้าสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ศึกษาขอมอบแด่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

กฤษณกร แก้วทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญรูป..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2
ขอบเขตของการศึกษา..... 2
ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 2
อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน..... 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3
แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน..... 3

2 หลักการพื้นฐาน การสำรวจเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4
ความหมายและความสำคัญของการพยากรณ์ (Defining Forecasting)..... 4
องค์ประกอบของการพยากรณ์ที่ดี (Elements of a Good Forecast)..... 5
ขั้นตอนของการพยากรณ์การผลิต..... 5
ประเภทของการพยากรณ์ (Types of Forecasting)..... 6
การเลือกเทคนิคพยากรณ์ (Selecting an Appropriate Forecasting Method)..... 7
การวางแผนและควบคุมการผลิต..... 25
การวางแผนการผลิต (Production Planning)..... 26
สภาพปัญหาและแนวทางการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิต..... 29
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 33

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินงานสารนิพนธ์	35
	ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน	35
	ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์	36
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	49
	สรุปผลการศึกษา	49
	ข้อดีและข้อเสียของการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา	50
	ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม		52
ภาคผนวก		55
	ภาคผนวก ก. ยอดขายสินค้าฉนวนกันความร้อน	56
	ภาคผนวก ข. โปรแกรม Minitab Release 16	58
	ภาคผนวก ค. ตารางและกราฟแสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายจากวิธีการปรับเรียบเอ็กโปแนนเชี้ยลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method)	62
ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์		81

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แผนงานและระยะเวลาดำเนินงาน.....	3
2	การเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อเสียของการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย.....	18
3	ค่าการประมาณค่าแนวโน้มของการพยากรณ์ของยอดขายสินค้าที่ระดับคงที่คงที่ (Alpha α) ทั้ง 9 ค่า.....	39
4	แสดงผลลัพธ์ค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing: SES) ตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 เกณฑ์	41
5	แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.9 (Gamma γ)= 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9.....	42
6	แสดงผลลัพธ์ค่าความคลาดเคลื่อนของวิธี Double Exponential Smoothing Method ตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 เกณฑ์.....	44
7	แสดงผลสรุปการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของสินค้า.....	45
8	แสดงผลลัพธ์การเปรียบเทียบระหว่างการวางแผนของฝ่ายวางแผนการผลิตกับยอดขายจริง.....	46
9	แสดงผลลัพธ์การเปรียบเทียบระหว่างยอดขายจริงกับการพยากรณ์ด้วยระบบระบบวางแผนการผลิตที่ใช้การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่ายในการพยากรณ์แผนการผลิตสินค้า.....	47
10	แสดงการเปรียบเทียบค่าการพยากรณ์จากประสบการณ์ของผู้วางแผนกับการพยากรณ์ด้วยระบบวางแผนการผลิต ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์เอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย.....	47
11	แสดงยอดขายสินค้าฉนวนกันความร้อน ขนาด 8 มิลลิเมตร.....	57
12	แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.1(Gamma γ)= 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9.....	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

13 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.2 (Gamma γ)= 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9..... 65

14 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.3 (Gamma γ)= 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9..... 67

15 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.4 (Gamma γ)= 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9..... 69

16 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.5 (Gamma γ)= 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9..... 71

17 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.6 (Gamma γ)= 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9..... 73

18 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.7 (Gamma γ)= 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9..... 75

19 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.8 (Gamma γ)= 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9..... 77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

20 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.9 (Gamma γ)= 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9..... 79

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	สมการเส้นตรง.....	8
2	ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีปัจจัยแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ.....	11
3	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลเป็นส่วนประกอบ.....	12
4	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาซึ่งมีการผันแปรของวัฏจักรเป็นส่วนประกอบ.....	13
5	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีเหตุการณ์ที่ผิดปกติเป็นส่วนประกอบ.....	13
6	กราฟแสดงยอดขายของผลิตภัณฑ์ที่แปรตามเวลา.....	14
7	การกระจายของค่า MAD.....	22
8	การใช้แผนภูมิควบคุมค่า MAD.....	22
9	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของระบบการวางแผนการผลิตและการ ไหลเวียนของข้อมูลในหน่วยงานต่าง ๆ.....	26
10	แสดงความเชื่อมโยงของการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิต.....	32
11	กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ Time Series Plot ของข้อมูลยอดขายสินค้าฉนวนกันความร้อน ขนาด 8 มิลลิเมตร.....	36
12	แสดงกราฟผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของสินค้าฉนวนกันความร้อนขนาด 8 มิลลิเมตร	37
13	กราฟเปรียบแทบระหว่างค่าการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing: SES)	40
14	กราฟเปรียบเทียบระหวางการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.9 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9	43
15	หน้าต่างหลักของโปรแกรม Minitab Release 16	59
16	การกำหนดตัวแปรและกรอกข้อมูลลงตาราง.....	60
17	การเลือกเมนูในการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูล.....	61
18	กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.1 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9	64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

19 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.2 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 66

20 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.3 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 68

21 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.4 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 70

22 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.5 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 72

23 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.6 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 74

24 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.7 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 76

25 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.8 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 78

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

25 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.9 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 80

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในภาวะอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ซึ่งได้รับผลกระทบจากปัญหาทางการเมืองและอุทกภัยครั้งใหญ่ในประเทศ ทำให้บริษัทผู้ผลิตหลายรายต้องปิดกิจการเนื่องจากแบกรับภาระหนี้สินไม่ไหวและเครื่องจักรที่ได้รับความเสียหาย อีกทั้งปัญหาราคาต้นทุนด้านพลังงานที่สูงขึ้น ค่าแรงงานที่เพิ่มขึ้นตามนโยบายรัฐบาล ทำให้สินค้าหลายรายการตั้งท่าปรับเพิ่มราคาขึ้น ผลสืบเนื่องมาจากราคาวัตถุดิบปรับเพิ่มขึ้น จากสภาวะดังกล่าวบริษัทผู้ผลิตฉนวนกันความร้อน ซึ่งได้รับผลกระทบจากปัญหาเศรษฐกิจหลายด้าน เช่น ค่าขนส่ง ค่าจัดเก็บวัสดุและสินค้าสำเร็จรูปค่าโสหุ้ยต่างๆ เป็นต้น สาเหตุดังกล่าวผู้ประกอบการจึงจำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญกับเรื่องการพยากรณ์ เพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการผลิตสินค้าให้ได้ใกล้เคียงกับความต้องการของลูกค้า โดยไม่ต้องผลิตสินค้าเก็บไว้ในสต็อกเป็นจำนวนมาก เพราะเป็นการเพิ่มความเสี่ยงในกรณีที่สินค้าเสื่อมสภาพ ส่งผลทำให้เสียต้นทุนในการผลิต

ปัญหาที่พบมากในปัจจุบัน คือ การผลิตสินค้าเก็บไว้ในสต็อกเพื่อรอจำหน่ายในปริมาณที่มากเกินไป มีผลทำให้ต้องเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบในปริมาณมากเก็บไว้ในสต็อกและค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าในช่วงระหว่างการรอจำหน่าย การผลิตสินค้าแบบเก็บไว้เป็นสต็อกจะต้องผลิตสินค้าในปริมาณที่เหมาะสมไม่มากหรือน้อยจนเกินไป มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการวิเคราะห์ และทำการพยากรณ์ปริมาณการผลิตสินค้าให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลา เพราะปริมาณความต้องการของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลามีปริมาณที่ไม่เท่ากัน จึงจำเป็นที่จะต้องใช้หลักการทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเข้ามาช่วยในการตัดสินใจในการพยากรณ์การผลิตสินค้า เพื่อให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับความจริงของลูกค้ามากที่สุด

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้หลักทางสถิติด้านการพยากรณ์ ช่วยในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวเพื่อใช้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจการพยากรณ์การผลิตสินค้า ในการหาปริมาณการผลิตสินค้าให้มีระดับเหมาะสมกับความต้องการของลูกค้า ซึ่งในการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลยอดขายในอดีตมาวิเคราะห์ เพื่อพยากรณ์หาปริมาณการผลิตสินค้าในอนาคต และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการพยากรณ์การผลิตสินค้าของบริษัทตัวอย่าง

การศึกษาข้อมูลของการพยากรณ์บริษัทกรณีศึกษา พบว่า การพยากรณ์การผลิตของบริษัทผลิตฉนวนกันความร้อนนั้น มีปัญหาที่การพยากรณ์ที่มีความผิดพลาดสูงต่างจากความต้องการจริงของลูกค้า ทำให้บ้างเดือนมีการผลิตสินค้าเกินความต้องการจริง ส่งผลให้เกิดสินค้าคงคลังเพิ่มมากขึ้น โดยสามารถอธิบายถึงสาเหตุหลักของปัญหาได้ดังนี้

1. การตัดสินใจในการสั่งผลิตสินค้าในแต่ละเดือนของบริษัทผลิตฉนวนกันความร้อน จะใช้ประสบการณ์จากฝ่ายการตลาด ที่ให้ข้อมูลการวางแผนการขายในเดือนถัดไปเป็นตัวตัดสินใจในการวางแผนการผลิต

2. ไม่มีการนำข้อมูลในอดีตมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อช่วยในการตัดสินใจร่วมกับการใช้ประสบการณ์การทำงานของผู้มีหน้าที่วางแผนการผลิต ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อบริษัททั้งในเรื่องค่าจัดเก็บวัตถุดิบ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายในการบริหารงานปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทำให้สนใจที่จะนำปัญหานี้มาทำสารนิพนธ์เพื่อแก้ปัญหาโดยการพยากรณ์ความต้องการและการวางแผนการผลิตเพื่อเป็นแนวทางที่ขยายผลในการลดการสูญเสียในแต่ละส่วนกระบวนการออกไป ซึ่งคาดว่าผลที่ได้หลังจากการวิจัยจะสามารถทำการผลิตและควบคุมระดับปริมาณสินค้าคงคลังให้สอดคล้องกับปริมาณการขาย ซึ่งเพิ่มศักยภาพการแข่งขัน ลดค่าใช้จ่ายด้านสินค้าคงคลัง เพิ่มประสิทธิภาพและลดการสูญเสีย

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาเทคนิคการพยากรณ์และเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม
2. เพื่อสนับสนุนในการวางแผนการผลิตของฝ่ายวางแผนการผลิต

ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาและประยุกต์ใช้กระบวนการพยากรณ์โดยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ของกระบวนการวางแผนการผลิต ของโรงงานผลิตฉนวนกันความร้อน
2. ศึกษาและประยุกต์ใช้ขั้นตอนการพยากรณ์ แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลโดยรวมองค์ประกอบแนวโน้ม (Exponential Smoothing with Trend Adjustment)
3. ช่วงเวลาการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2552 ถึง 31 สิงหาคม 2554
4. เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับพิจารณา เลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มินิแท็บ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การศึกษาเนื้อหาและ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการพยากรณ์การผลิต
2. กำหนดวิธีทดลองในการพยากรณ์
3. เก็บรวบรวมข้อมูล
4. ดำเนินการทดลอง ในวิธีการพยากรณ์ที่ต้องการศึกษา
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง
6. สรุปผลการทดลอง ข้อเสนอแนะ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

ได้แก่ โปรแกรมคอมพิวเตอร์มินิแท็บ (Minitab Release 16)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลการพยากรณ์ที่เป็นที่ยอมรับและเชื่อถือได้และมีความแม่นยำ
2. สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ไปใช้ในการวางแผนการผลิต โดยเชื่อมต่อเข้ากับระบบวางแผนการผลิต
3. ฝ่ายวางแผนการผลิต สามารถวางแผนการผลิตสินค้าที่ใช้วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาได้ในระบบวางแผนการผลิต
4. ทำให้ฝ่ายวางแผนสามารถวางแผนการผลิตให้กับฝ่ายผลิตได้ถูกต้อง และมีสินค้าตอบสนองความต้องของลูกค้าได้ทันเวลา

แผนงาน และระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนงานและระยะเวลาดำเนินงาน

แผนงาน	2554		2555								
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค	ก.ย
1. การศึกษาเนื้อหาและ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการพยากรณ์การผลิต											
2. กำหนดวิธีทดลองในการพยากรณ์											
3.เก็บรวบรวมข้อมูล											
4.ดำเนินการทดลอง ในวิธีการพยากรณ์ที่ต้องการศึกษา											
5.วิเคราะห์ผลการทดลอง											
6. สรุปผลการทดลอง ข้อเสนอแนะ											

บทที่ 2
หลักการพื้นฐาน การสำรวจเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากบทที่ 1 ผู้ศึกษาได้วางวัตถุประสงค์ไว้ว่า การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาทฤษฎีการพยากรณ์การผลิต เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจวางแผนการผลิตสินค้าโดยการใช้ การพยากรณ์ ซึ่งทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ เกี่ยวข้องกับ “ทฤษฎีการพยากรณ์” “การวิเคราะห์เลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการตัดสินใจด้วยโปรแกรม Minitab Release 16” เข้ามาช่วยในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ความหมายและความสำคัญของการพยากรณ์ (Defining Forecasting)

การพยากรณ์ คือ การคาดการณ์ถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาในอนาคต และนำค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์ เพื่อการตัดสินใจใดๆ โดยทั่วไปแล้วพยากรณ์จะถูกจัดแบ่งตามหน้าที่หลักๆที่เกี่ยวข้องดังนี้

ในด้านการเงินและการบัญชี (Finance) อุปสงค์ที่ประมาณการจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำงบประมาณการขาย ซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นในการทำงบประมาณการเงิน เพื่อจัดสรรทรัพยากรให้ทุกส่วนขององค์การอย่างทั่วถึงและเหมาะสม

ในด้านการตลาด (Marketing) อุปสงค์ที่ประมาณการไว้จะถูกใช้กำหนดโควต้าการขายของพนักงาน หรือถูกนำไปสร้างเป็นยอดขายเป้าหมายของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการควบคุมกิจกรรมของฝ่ายขายและฝ่ายการตลาด

ในด้านการผลิต (Operation) อุปสงค์ที่ประมาณการไว้ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการต่างๆในฝ่ายการผลิตคือ

1. การบริหารสินค้าคงคลังและการจัดซื้อ เพื่อมีวัตถุดิบพอเพียงในการผลิต และมีสินค้าสำเร็จรูปพอเพียงต่อการขายภายใต้ต้นทุนสินค้าคงคลังในระดับที่เหมาะสม
2. การบริหารแรงงาน โดยการจัดกำลังคนให้สอดคล้องกับปริมาณงานการผลิตที่พยากรณ์ไว้แต่ละช่วงเวลา
3. การกำหนดกำลังการผลิต เพื่อจัดให้มีขนาดของโรงงานที่เหมาะสม มีเครื่องจักรอุปกรณ์หรือสถานีการผลิตที่เพียงพอต่อการผลิตในการปริมาณที่พยากรณ์ไว้ การวางแผนการผลิตรวม เพื่อจัดสรรแรงงานและกำลังการผลิตให้สอดคล้องกับการจัดซื้อวัตถุดิบและชิ้นส่วนที่ต้องใช้ในการผลิตแต่ละช่วงเวลา
4. การเลือกทำเลที่ตั้งสำหรับการผลิต คลังเก็บสินค้า หรือศูนย์กระจายสินค้าในแต่ละแหล่งลูกค้าหรือแหล่งการขายที่มีอุปสงค์มากพอ

5. การวางแผนผังกระบวนการการผลิต และการจัดตารางการผลิตเพื่อจัดกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับปริมาณสินค้าที่ต้องผลิต และกำหนดเวลาการผลิตให้สอดคล้องกับช่วงของอุปสงค์

องค์ประกอบของการพยากรณ์ที่ดี (Elements of a Good Forecast)

วิธีการที่จะพยากรณ์ได้ผลที่แม่นยำ ถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริง มีดังต่อไปนี้

1. ระบุวัตถุประสงค์ในการนำผลการพยากรณ์ไปใช้ และช่วงเวลาที่การพยากรณ์จะคลอบคลุมถึงเพื่อจะเลือกใช้วิธีการในการพยากรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

2. รวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ ถูกต้องตามความเป็นจริง เพราะคุณภาพของข้อมูลมีผลอย่างยิ่งต่อการพยากรณ์

3. เมื่อมีสินค้าหลายชนิดในองค์การ ควรจำแนกประเภทของสินค้าที่มีลักษณะของอุปสงค์คล้ายกันไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน พยากรณ์สำหรับกลุ่ม แล้วจึงแยกกันพยากรณ์สำหรับแต่ละสินค้าในกลุ่มอีกครั้งโดยเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับแต่ละกลุ่มและแต่ละสินค้า

4. ควรบอกข้อจำกัด และ สมมุติฐานที่ตั้งไว้ในการพยากรณ์นั้นเพื่อผู้นำผลการพยากรณ์ไปใช้จะทราบถึงเงื่อนไขข้อจำกัดที่มีผลต่อค่าพยากรณ์

5. เลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์

6. หมั่นตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของค่าพยากรณ์ได้กับค่าจริงที่เกิดขึ้น เป็นระยะ เพื่อปรับวิธีการค่าคงที่ หรือสมการที่ใช้ในการคำนวณให้เหมาะสมเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

ขั้นตอนการพยากรณ์การผลิต

ขั้นตอน 7 ขั้นในระบบการพยากรณ์ (Seven Steps in the Forecasting System) การพยากรณ์จะมีขั้นตอนดังนี้

1. การตัดสินใจใช้การพยากรณ์ (Determine the Use of the Forecast) ในขั้นตอนนี้จะพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ (Objectives) ขององค์กรว่าต้องการทำอะไร แล้วจึงตัดสินใจลงมือพยากรณ์

2. เลือกรายการพยากรณ์ (Select the Items to be Forecast) เป็นการคัดเลือกรายการที่สำคัญมาทำการพยากรณ์

3. ตัดสินใจเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์ (Determine the Time Horizon of the Forecast) เป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ว่าจะพยากรณ์ในระยะสั้น ระยะปานกลาง หรือระยะยาว

4. เลือกรูปแบบการพยากรณ์ (Select the Forecasting Model) ในการเลือกรูปแบบการพยากรณ์ต้องใช้การวิเคราะห์หลายรูปแบบ เช่น ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ หรือค่าเฉลี่ยหลายๆ ค่าที่มีความต่อเนื่องกัน

5. รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำการพยากรณ์ (Gather the Data Needed to Make the Forecast) องค์การจำเป็นต้องมีรากฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบหรือใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ

6. ทำการพยากรณ์ (Make the Forecast) เมื่อได้ข้อมูลต่างๆ เพียงพอแล้วจึงทำการพยากรณ์

7. สร้างความเที่ยงตรงและปฏิบัติการวิเคราะห์ผลลัพธ์ (Validate and Implement the Results) นำผลลัพธ์จากการพยากรณ์มาวิเคราะห์โดยการทบทวนในทุกๆ ด้าน

การเลือกเทคนิคในการพยากรณ์ จะต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลและปัญหาที่เกิดขึ้น พิจารณาถึงรูปแบบของปัญหา โดยขั้นตอนแรกเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์ของการพยากรณ์ จากนั้นกำหนดช่วงเวลาในการพยากรณ์แล้วเลือกเทคนิคในการพยากรณ์ จากนั้นทำการตรวจสอบความเหมาะสมของเทคนิคที่เลือกใช้ ถ้าเทคนิคที่เลือกเหมาะสมก็นำไปทำการพยากรณ์ ถ้าไม่เหมาะสมก็ปรับปรุงเลือกเทคนิคการพยากรณ์ใหม่ จากนั้นก็นำผลลัพธ์ที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง แล้วจึงนำค่าที่พยากรณ์ได้ไปใช้ในการวางแผนการดำเนินงานต่อไป

ประเภทของการพยากรณ์ (Types of Forecasting)

วิธีการพยากรณ์โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลา ดังต่อไปนี้

1. การพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า (Immediate – Term Forecasting) เป็นการพยากรณ์ที่มีช่วงเวลาน้อยกว่า 1 เดือน โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมด้านปฏิบัติงานที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้บริหารระดับกลางและระดับต่ำ เป้าหมายของการพยากรณ์จะมุ่งเพื่อการปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้นมากกว่าการเปลี่ยนแปลงวิธีการ

2. การพยากรณ์ระยะสั้น (Short - Term Forecasting) เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ต่ำกว่า 3 เดือน ใช้พยากรณ์แต่ละสินค้าแยกเฉพาะ เพื่อใช้ในการบริหารสินค้าคงคลัง การจัดตารางการผลิตสายการประกอบหรือการใช้แรงงาน ในช่วงเวลาแต่ละสัปดาห์ แต่ละเดือน หรือแต่ละไตรมาสหรืออีกนัยหนึ่งคือการพยากรณ์ระยะสั้นใช้ในการวางแผนระยะสั้น

3. การพยากรณ์ระยะปานกลาง (Medium - Term Forecasting) เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่มากกว่า 3 เดือนจนถึง 2 ปี ใช้พยากรณ์ทั้งกลุ่มของสินค้าหรือยอดขายรวมขององค์การ เพื่อใช้ในการวางแผนด้านบุคลากร การวางแผนการผลิต การจัดตารางการผลิตรวม การจัดซื้อและการกระจายสินค้า ระยะเวลาที่นิยมพยากรณ์คือ 1 ปี เพราะเป็นหนึ่งรอบระยะเวลาบัญชีพอดีการพยากรณ์ระยะปานกลางใช้ในการวางแผนระยะปานกลาง

4. การพยากรณ์ระยะยาว (Long - Term Forecasting) เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลา 2 ปีขึ้นไป ใช้พยากรณ์ยอดขายรวมขององค์การ เพื่อใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้งของ

โรงงานและสิ่งอำนวยความสะดวก การวางแผนกำลังการผลิตและการจัดการกระบวนการผลิตในระยะยาว การพยากรณ์ระยะยาวใช้ในการวางแผนระยะยาว

การเลือกเทคนิคการพยากรณ์ (Selecting an Appropriate Forecasting Method)

ก่อนที่จะทำการตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์ใดๆ ควรจะพิจารณาถึงลักษณะของสถานที่ กำลังตัดสินใจว่ามีความสอดคล้องกับลักษณะของวิธีการพยากรณ์ต่างๆ ที่ต้องการจะเลือกใช้สำหรับการพยากรณ์โดยทั่วไปมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังต่อไปนี้

1. วิธีการใช้วิจารณญาณ (Judgment Method) เป็นวิธีการที่ใช้เมื่อไม่มีข้อมูลในอดีตเพียงพอที่จะใช้พยากรณ์ เช่น ต้องการพยากรณ์ยอดขายของสินค้าใหม่ หรือเมื่อมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเกิดขึ้น การพยากรณ์แบบนี้มี 4 วิธี ด้วยกัน คือ

1.1 การประมาณการของพนักงานขาย (Sale Force Estimates) ใช้การประมาณการของพนักงานขายซึ่งเป็นผู้ที่ได้สัมผัสกับสภาพของตลาดมากที่สุด ใกล้ชิดกับลูกค้ามากที่สุด พนักงานขายจะพยากรณ์โดยรวบรวมยอดขายแต่ละเขตพื้นที่ซึ่งตนรับผิดชอบเท่านั้นแล้วส่งมายังสำนักงานใหญ่ แต่วิธีนี้ก็มีข้อผิดพลาดได้เนื่องจากพนักงานขายบางคนเป็นผู้มองโลกแง่ดีเกินไป หรือพนักงานขายมักจะรู้ดีว่ายอดขายของการพยากรณ์จะถูกใช้ในการกำหนดโควตาการขายจึงประมาณการไว้ต่ำเพื่อเอายอดขายเกินเป้าได้

1.2 ความคิดเห็นของผู้บริหาร (Executive Opinion) ใช้พยากรณ์ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ยังไม่ออกสู่ท้องตลาดมาก่อน จึงใช้ความคิดเห็นของผู้บริหารที่มีประสบการณ์คนหนึ่งหรือหลายคนมาช่วยพยากรณ์และกำหนดกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เช่น การนำผลิตภัณฑ์สู่ตลาดต่างประเทศ ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ มักใช้เวลาของกลุ่มผู้บริหารในการประชุมสรุปการพยากรณ์มากจึงเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายสูง และไม่ควรใช้ผู้บริหารฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งพยากรณ์ตามลำพังโดยไม่ได้สรุปร่วมกับผู้บริหารฝ่ายอื่น เพราะผลของการพยากรณ์กระทบทุกฝ่ายขององค์การ

1.3 การวิจัยตลาด (Market Research) เป็นวิธีที่ต้องกระทำอย่างมีระบบโดยสร้างสมมติฐานแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อทำการพยากรณ์ การวิจัยตลาดต้องประกอบด้วยการออกแบบสอบถาม กำหนดวิธีการเก็บข้อมูล สุ่มตัวอย่างมาสัมภาษณ์รวบรวมข้อมูลมาประมวลผลและเคราะห์ตามลำดับ วิธีนี้ใช้กับการพยากรณ์ในระยะสั้น ระยะปานกลางและระยะยาวได้ แต่เป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายสูงและต้องพิถีพิถันในการปฏิบัติหลายขั้นตอน

1.4 วิธีเดลฟาย (Delphi Method) เป็นวิธีที่ประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางที่มีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นั้น วิธีนี้จะใช้ได้ดีเมื่อไม่มีข้อมูลใดจะใช้พยากรณ์ได้และผู้บริหารขององค์การไม่มีประสบการณ์ในผลิตภัณฑ์นั้นเพียงพอ วิธีนี้จะเริ่มจากการส่งคำถามเวียนไปยังผู้เชี่ยวชาญหลายคนให้ตอบกลับมาแล้วทำเป็นรายงานส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทุกคนได้อ่านข้อคิดเห็น

ของทุกคน เพื่อให้ทุกคนปรับปรุงแนวความคิดใหม่ แล้วส่งกลับมาอีกทำซ้ำๆหลายรอบจนได้ข้อสรุปยุติจากทุกคน ข้อเสียของวิธีนี้คือเสียเวลานานมาก (อาจเป็นปี) ผู้เชี่ยวชาญบางคนอาจยึดมั่นในความคิดของตนจนไม่สรุปกับข้อคิดเห็นของคนอื่น คำถามหรือแบบสอบถามที่ไม่ดีทำให้สรุปความได้ยาก จึงใช้วิธีนี้กับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่สามารถใช้วิธีอื่นได้

2. วิธีการพยากรณ์สาเหตุ (Causal Method) เป็นวิธีการที่ใช้เมื่อข้อมูลมีความสัมพันธ์ของตัวแปรหนึ่งกับยอดขาย ซึ่งตัวแปรนั้นจะเป็นปัจจัยภายในองค์การ เช่น ต้นทุนขาย หรือปัจจัยภายนอกองค์การ เช่น ค่าโฆษณาของคู่แข่งก็ได้ ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นสมการเส้นตรง (Linear Regression) โดยมีตัวแปรหนึ่งเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) กับอีกตัวแปรหนึ่งเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) สัมพันธ์กันในลักษณะที่เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงแล้ว จะส่งผลให้ตัวแปรตามเปลี่ยนด้วย

$$Y_c = a + bx \quad (1)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{x} \quad \text{or} \quad \frac{\Sigma y - b\Sigma x}{n} \quad (2)$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{xy}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \quad (3)$$

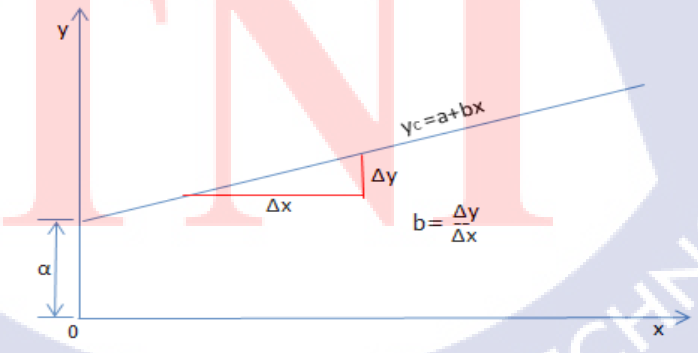
เมื่อ a = ค่าที่แกน Y ซึ่งสมการเส้นตรงตัด

b = ความลาดชันของเส้นตรง

n = จำนวนข้อมูลที่ใช้หาสมการ

Y = ยอดขายพยากรณ์

x = ตัวแปรอิสระ



รูปที่ 1 สมการเส้นตรง

การวัดค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปร

อนึ่ง สมการเส้นตรง $Y_c = a+bx$ ควรถูกตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ให้มั่นใจแน่นอนว่าตัวแปรทั้งสองนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างแท้จริง เหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์ได้ โดยใช้

- สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation) ใช้วัดทิศทางและระดับของความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y

$$r = \frac{n \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y x}{\sqrt{[n \Sigma x^2 - (\Sigma x^2)][n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}} \quad (4)$$

ค่าของ r จะอยู่ระหว่าง –1.00 ถึง +1.00 ถ้าค่าของ r เป็นบวก แสดงว่า x และ y มีความสัมพันธ์แปรตามกัน ถ้าค่าของ r เป็นลบ แสดงว่า x และ y มีความสัมพันธ์แบบผกผัน คือ ถ้า x เพิ่มขึ้น y จะลดลง และถ้า x ลดลง y จะเพิ่มขึ้น ถ้าค่าของ r น้อยมากหรือเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่า x และ y ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

- สัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of Determination) ใช้วัดอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อยอดขายพยากรณ์ โดยนำค่า r มายกกำลังสอง

หรือ

$$r^2 = \frac{a\sum Y + b\sum XY - n\bar{Y}^2}{\sum Y^2 - b\bar{Y}^2} \quad (5)$$

ค่าของ r^2 อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สมการความสัมพันธ์ที่คำนวณค่า r^2 ได้ใกล้เคียง 1.0 จะแสดงว่าตัวแปรอิสระ (x) ที่ใช้มีอิทธิพลต่อยอดขายที่พยากรณ์ได้มาก

ค่า r และ r^2 ที่คำนวณได้ใกล้เคียง 1.0 แสดงว่า x และ y มีความสัมพันธ์กัน แสดงว่ายอดขายที่พยากรณ์ได้รับอิทธิพลจากค่าโฆษณาเป็นอย่างมาก

ในความเป็นจริง ยอดขายมักจะได้รับผลกระทบจากตัวแปรอิสระหลายตัว ในขณะเดียวกัน การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จึงต้องมีการใช้ตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว เรียกว่า Multiple Regression Analysis ซึ่งสมการจะอยู่ในรูป $Y_c = a + b_1x_1 + b_2x_2$ เช่น ยอดขายแปรตามค่าโฆษณาและค่าโบนัสพนักงานขาย วิธีนี้จะมีการหาค่า a, b_1 และ b_2 ค่อนข้างซับซ้อน

ข้อดีของวิธีการพยากรณ์สาเหตุ

- ได้ค่าพยากรณ์เป็นช่วงที่จะนำไปใช้งานได้อย่างมีความยืดหยุ่น มากกว่าค่าพยากรณ์เดียว

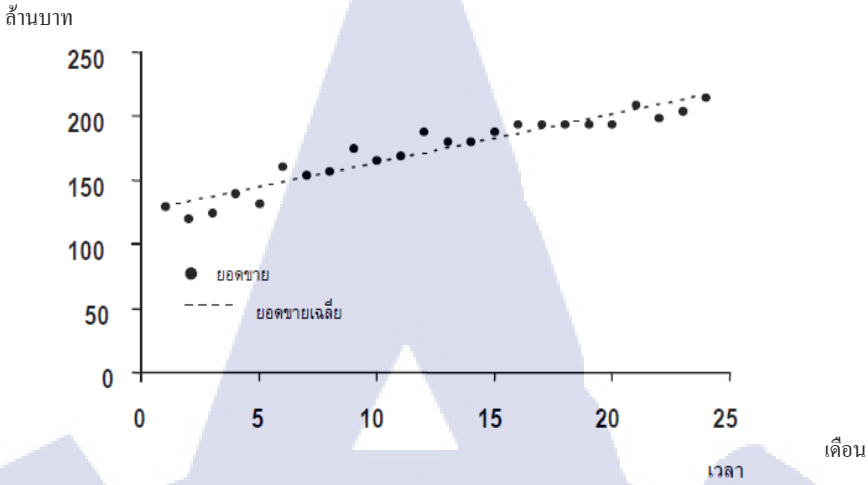
- สามารถพยากรณ์ยอดขายได้ จากปัจจัยภายในและภายนอกองค์การที่เกี่ยวข้อง จึงคาดหมายผลการดำเนินงาน (ยอดขายและกำไร) จากการปฏิบัติงาน (ต้นทุนและค่าใช้จ่าย) ได้

ข้อจำกัดของวิธีพยากรณ์สาเหตุ

- ต้องการข้อมูลจำนวนมากพอเพียงที่จะสรุปเป็นสมการได้ จึงทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง
- การคำนวณค่อนข้างยุ่งยากไม่เหมาะกับการพยากรณ์สำหรับธุรกิจที่มีสินค้าหลายชนิด

3. วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series Method) เป็นวิธีการที่ใช้พยากรณ์ยอดขายในอนาคตโดยคาดว่าจะมีลักษณะเช่นเดียวกับยอดขายในอดีต ยอดขายหรืออุปสงค์ในความเป็นจริงได้รับอิทธิพลและปัจจัยต่างๆ ดังนี้

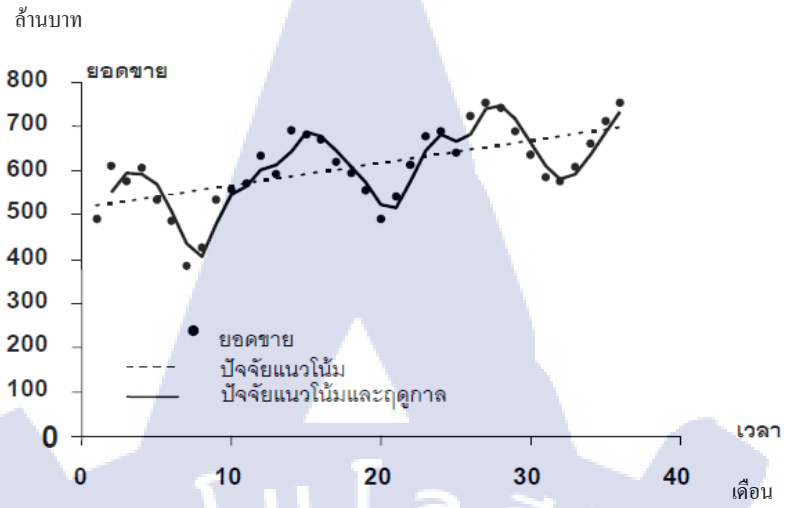
3.1 ปัจจัยแนวโน้ม (Trend) คือ ปริมาณความต้องการหรืออุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือคงที่ในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกัน เมื่อเวลาผ่านไปเป็นระยะเวลายาวของข้อมูลนั้น ไม่สามารถกำหนดได้ชัดเจนว่าเป็นเวลาเท่าใด แต่ไม่ควรต่ำกว่า 10 ช่วงเวลา แนวโน้มนี้มักจะเกิดขึ้นกับปัจจัยที่เกียวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น หรือมีการเคลื่อนย้ายวัฒนธรรมทางสังคม สิ่งแวดล้อม รายได้รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ซึ่งจะสท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น หรือการเจริญเติบโตทางธุรกิจ หรือ การลดลงของปริมาณการขาย ตัวอย่างเช่น ราคาน้ำมันที่ขยับตัวสูงขึ้นเลื่อยๆ หรืออัตราดอกเบี้ยเงินฝากมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เป็นต้นซึ่งส่วนใหญ่จะแสดงโดยกราฟเส้นตรง อย่างไรก็ตามแนวโน้มของข้อมูลอาจจะเปลี่ยนแปลงในรูปแบบอื่นๆ เช่น เส้นโค้ง หรือ เอ็กซ์โพแนนเชียล ก็เป็นได้ รูปที่ 2 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีปัจจัยแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ



รูปที่ 2 ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีปัจจัยแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ

ที่มา : ศูนย์การจัดการโลจิสติกส์. **เทคนิคการพยากรณ์.** หน้า 14.

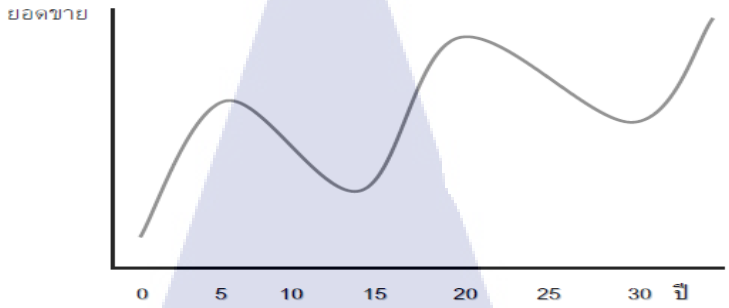
3.2 ฤดูกาล (Seasonal) คือ ปริมาณความต้องการหรืออุปสงค์ที่มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงซ้ำ ๆ กัน เมื่อถึงเวลาหรือฤดูกาลเดิม ในฤดูกาลหนึ่ง ๆ อาจจะเป็น รายไตรมาส รายเดือน รายสัปดาห์ หรือ รายวันก็ได้ การเคลื่อนไหวที่ซ้ำ ๆ กันในช่วงเวลาเดียวกันนั้นอาจจะมีอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อฤดูกาลหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ สภาพภูมิอากาศ เทศกาล วัฒนธรรมทางสังคมและงบประมาณของทางภาครัฐเป็นต้น มีลักษณะคล้ายกับการผันแปรแบบวัฏจักร แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่สั้นกว่า เช่น ภายในเวลา 1 ปี ทำให้สามารถคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ เช่น ในช่วงเทศกาลปีใหม่ ตรุษจีน สงกรานต์ มักจะมีผู้นิยมเดินทางท่องเที่ยวจำนวนมากทั้งทางรถไฟ รถยนต์ และเครื่องบิน ข้อมูลเกี่ยวกับราคาผลไม้มักจะตกต่ำลงในฤดูเก็บเกี่ยวและจะมีราคาสูงขึ้นในฤดูหนาวหรือฤดูกาลอื่น ๆ และจะเกิดซ้ำ ๆ กัน ตามฤดูกาลในแต่ละปี รูปที่ 3 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลและแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ



รูปที่ 3 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลเป็นส่วนประกอบ

ที่มา : ศูนย์การจัดการโลจิสติกส์. **เทคนิคการพยากรณ์.** หน้า 14.

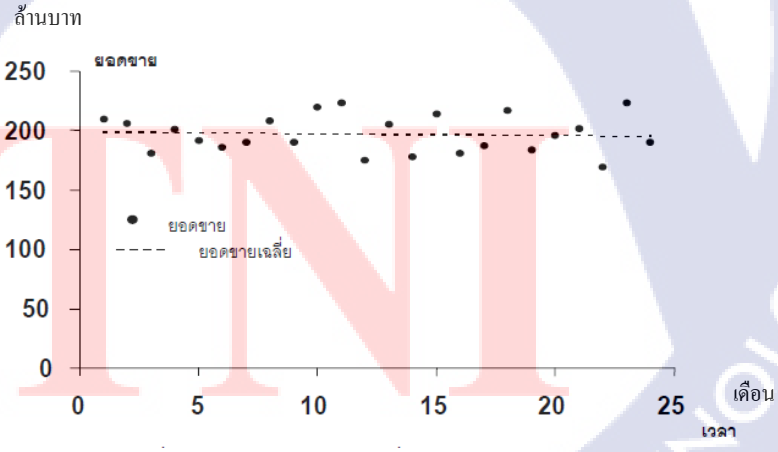
3.3 วัฏจักร (Cycle) เป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่มีลักษณะขึ้นลงของการเคลื่อนที่ซ้ำ ๆ กันคล้ายกับอิทธิพลของฤดูกาล แต่เป็นอย่างช้า ๆ โดยจะใช้เวลานานหลายปีในการเปลี่ยนแปลง โดยแบบแผนของวัฏจักรของข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาจะแตกต่างกันไป และช่วงของเวลาก็จะสั้นยาวไม่เท่ากัน สาเหตุของปริมาณความต้องการหรืออุปสงค์มีลักษณะการขึ้นลงแบบวัฏจักร เนื่องมาจากวัฏจักรทางธุรกิจ (Business Cycle) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเติบโตหรือถดถอยของเศรษฐกิจ และสาเหตุอีกประการหนึ่ง คือวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือบริการ (Product Life Cycle) จะขึ้นกับว่า ผลิตภัณฑ์หรือสินค้านั้น ๆ อยู่ในช่วงใดตั้งแต่ระยะเริ่มต้นเมื่อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์เข้าสู่ตลาด จนถึงช่วงถดถอย โดยในแต่ละช่วงเวลาจะมีปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันออกไป โดยวัฏจักรหนึ่ง ๆ อาจจะครอบคลุมเวลาตั้งแต่ 5 – 10 ปีขึ้นไป การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงวัฏจักรทางเศรษฐกิจของประเทศได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งเหตุการณ์ทางการเมืองต่าง ๆ ด้วย รูปที่ 4 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาซึ่งมีการผันแปรของวัฏจักรเป็นส่วนประกอบ



รูปที่ 4 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาซึ่งมีการผันแปรของวัฏจักรเป็นส่วนประกอบ

ที่มา : ศูนย์การจัดการโลจิสติกส์. **เทคนิคการพยากรณ์.** หน้า 15.

3.4 เหตุการณ์ผิดปรกติ (Irregular Variation) เป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากอิทธิพลแนวโน้ม ฤดูกาล หรือวัฏจักร เป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดเดาล่วงหน้า หรือพยากรณ์ได้ และไม่ได้เกิดขึ้นบ่อยโดยอาจจะเกิดจากภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม แผ่นดินไหว คลื่นสึนามิ ปฏิวัติ ภาวะเศรษฐกิจตกต่ำทั่วโลก ปิดโรงงาน หรือการนัดหยุดงาน เป็นต้น เหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลให้การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาไม่มีแบบแผนที่แน่นอน และมีความแปรปรวนเข้ามาเกี่ยวข้องกับข้อมูลสูง รูปที่ 5 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีเหตุการณ์ที่ผิดปกติ หรือการผันแปรเชิงสุ่มเข้ามาเกี่ยวข้อง

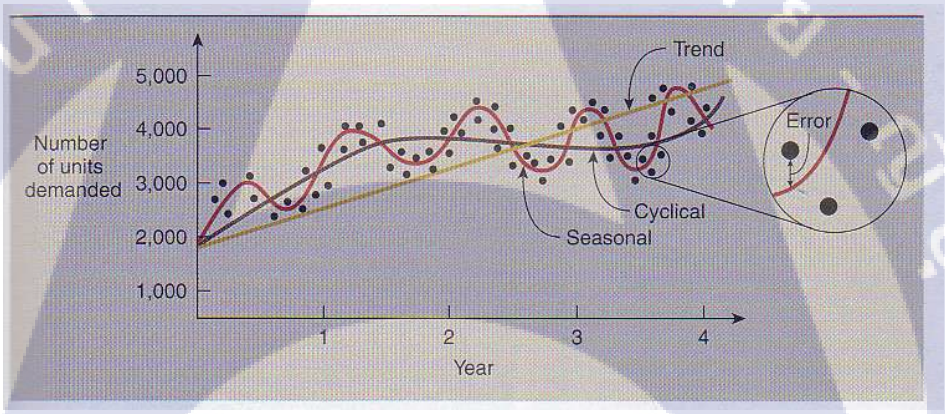


รูปที่ 5 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีเหตุการณ์ที่ผิดปกติเป็นส่วนประกอบ

ที่มา : ศูนย์การจัดการโลจิสติกส์. **เทคนิคการพยากรณ์.** หน้า 15.

3.5 การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลายอดขายประกอบด้วย

- ค่าเฉลี่ย (Average) จากข้อมูลในอดีตและปัจจุบัน
- แนวโน้ม (Trend) เป็นลักษณะการเป็นไปของยอดขายในอนาคต
- ฤดูกาล (Seasonal) เป็นช่วงเวลาในแต่ละปีที่ผลิตภัณฑ์จะทำยอดขายในลักษณะรูปแบบหนึ่งและลักษณะนี้เกิดขึ้นประจำทุกปี
- วัฏจักร (Cycle) เป็นวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีการแข่งขัน กฎหมายและการเมือง ระบบเศรษฐกิจ อันเป็นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้
- เหตุการณ์ผิดปรกติ (Irregular Variation) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเหนือความคาดหมาย ซึ่งมีผลกระทบต่อยอดขายของผลิตภัณฑ์ เช่น โรคระบาด ภัยธรรมชาติ การค้นพบสิ่งใหม่โดยบังเอิญในห้องปฏิบัติการ สงคราม จะพยากรณ์เหตุการณ์ผิดปรกติไม่ได้เพราะไม่มีรูปแบบของการอุบัติ



รูปที่ 6 กราฟแสดงยอดขายของผลิตภัณฑ์ที่แปรตามเวลา

ที่มา : Mark, M. Davis; Nicholas, J. Aquilano; and Richard, B. Chase. (2003). **Fundamentals of Operations Management.** p. 355.

3.6 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

- การพยากรณ์อย่างง่าย (Naive Forecast) เป็นการพยากรณ์ว่ายอดขายในอนาคตจะเท่ากับยอดขายปัจจุบัน เช่น เดือนมกราคมขายได้ 100 หีบ เดือนกุมภาพันธ์ควรจะขายได้ 100 หีบเช่นกัน ถ้าเดือนกุมภาพันธ์ขายจริงได้ 150 หีบ จะพยากรณ์เดือนมีนาคมว่าขายได้ 150 หีบเช่นกัน การพยากรณ์อย่างง่ายอาจแสดงเป็นแนวโน้มของอุปสงค์ดังนี้ ถ้าเดือนมกราคมขายได้ 100 หีบ เดือนกุมภาพันธ์ขายได้ 130 หีบ จะพยากรณ์เดือนมีนาคมว่าขายได้ 130 + (130-100) เท่ากับ 160 หีบ ถ้าเดือนมีนาคมขายได้จริง 150 หีบ

เดือนเมษายนจะมียอดขายพยากรณ์ 150 + (150-130) เท่ากับ 170 หีบ และใช้พยากรณ์ฤดูกาลว่าถ้าปีที่แล้วในช่วงเวลานี้ขายได้เท่าไร ปีนี้ก็น่าจะขายได้เท่านั้น วิธีนี้ง่ายและมีค่าใช้จ่ายต่ำ แต่ใช้ได้ในกรณีที่อิทธิพลต่างๆที่มีต่อยอดขายส่งผลอย่างสม่ำเสมอเท่านั้น แต่ถ้ามีเหตุการณ์ผิดปรกติเกิดขึ้นจะเกิดความคลาดเคลื่อน

- การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบ การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบจะเหมาะกับข้อมูลมีลักษณะแบบแนวราบ ไม่มีแนวโน้มและไม่มีฤดูกาลหรือเหตุการณ์ เป็นแบบสุ่มที่ไม่อาจคาดการณ์ได้ มีแบบแผนที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยทุกครั้งที่มีค่าสังเกตุหรือข้อมูลใหม่ ก็จะนำค่าสังเกตหรือข้อมูลใหม่นั้นไปปรับสมการพยากรณ์ ซึ่งการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบสามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

(1) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย
(2) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก
(3) วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย

(1) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย

การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Average: SMA) เป็นการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตจากข้อมูลหรือค่าสังเกตล่าสุดจำนวน k ค่า โดยให้น้ำหนักของข้อมูลเท่ากัน เมื่อได้กำหนดจำนวนเทอมที่จะเฉลี่ย ค่าที่คำนวณได้จะเป็นค่าพยากรณ์ของข้อมูลในช่วงเวลาต่อไป (ณ เวลาที่ t+1) โดยค่า k ที่ใช้จะเป็นจำนวนคู่หรือจำนวนคี่ก็ได้ แต่จะต้องใช้ข้อมูลตั้งแต่ 3 ช่วงเวลาขึ้นไป หากใช้ข้อมูล 3 ช่วงเวลาดังนั้นค่าพยากรณ์ค่าแรกก็จะเป็นค่าของช่วงเวลาที่ 4 เป็นต้น ในกรณีที่กำหนดให้ค่า k = 3 แล้วจะเรียกวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายนี้ว่า 3 MA (A Moving Average of Order 3 or 3 MA Smoother) โดยทั่วไปแล้ววิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายนี้ไม่ได้กำหนดค่า k ที่จะนำมาหาค่าเฉลี่ยว่าต้องมีค่าเท่าใด แต่จะเลือก k ที่ทำให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด (ดูจากค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นว่า จำนวน k เท่าใดที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนโดยรวมต่ำสุด) อย่างไรก็ตามถ้าข้อมูลอนุกรมเวลาที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์มีค่าคงที่เคลื่อนไหวขึ้นลงช้า ก็ควรจะใช้ค่า k ต่ำ ในทางตรงกันข้ามหากข้อมูลอนุกรมเวลาที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์มีค่าคงที่เคลื่อนไหวขึ้นลงเร็ว ก็ควรจะใช้ค่า k สูง และการหาค่าเฉลี่ย 12 เดือน หรือ ให้ k = 12 จะช่วยขจัดอิทธิพลของฤดูกาลออกไป มีสูตรในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย เป็นดังนี้

$$\text{ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่} = \frac{\text{ผลรวมของข้อมูลก่อนหน้าจำนวน k ตัว}}{k}$$

หรือ $$F_{t+1} = (Y_t + Y_t\text{-}1 + Y_{t-2} + \ldots + Y_{t-k+1}) / k \qquad (6)$$

เมื่อ Y_t คือ ข้อมูลจริง ณ เวลา t

k คือ จำนวนช่วงหรือระยะเวลาที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ย

F_{t+1} คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+1

โดยค่าพยากรณ์ที่คำนวณได้จะเท่ากับค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ ณ สิ้นเวลาปัจจุบัน

(2) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก

วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average: WMA) เป็นการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซึ่งมีการถ่วงน้ำหนักเพื่อให้มีความถูกต้องมากขึ้นทั้งนี้เนื่องจากในทางปฏิบัติแล้ว ข้อมูลที่อยู่ใกล้ช่วงเวลาที่จะพยากรณ์มักจะมีอิทธิพลมากกว่าข้อมูลในอดีตที่ไกลออกไป ในการกำหนดน้ำหนักให้กับข้อมูลแต่ละค่าไม่มีสูตรกำหนดตายตัว ขึ้นกับประสบการณ์ของผู้พยากรณ์ แต่ผลรวมของน้ำหนักรวมจะเท่ากับ 1 เสมอวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$Ft+1 = Y_tW_t + Y_{t-1}W_{t-1} + Y_{t-2}W_{t-2} + \dots + Y_{t-k+1}W_{t-k+1} \quad (7)$$

เมื่อ k คือ จำนวนช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

ข้อดีของวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก คือ ให้ความสำคัญกับข้อมูลในปัจจุบันมากกว่าข้อมูลที่ไกลออกไป ทำให้สะท้อนความเป็นจริงมากกว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย ที่ให้ความสำคัญของทุกข้อมูลเท่าเทียมกัน แต่ยังคงเป็นการพยากรณ์ตามหลังเนื่องจากเป็นการเฉลี่ยข้อมูลในอดีต และยังต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากเช่นเดียวกับการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย ดังนั้นหากองค์กรต้องการที่จะพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้าหรืออุปสงค์ของข้อมูลหลายชนิด อาจจะเสียค่าใช้จ่ายทั้งในการเก็บรวบรวมข้อมูลและปรับปรุงข้อมูลสูง ดังนั้นผู้พยากรณ์จึงควรเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลกับประโยชน์ที่จะได้รับจากการพยากรณ์ด้วย

(3) วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย

วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing: SES) เป็นการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักโดยให้น้ำหนักของข้อมูลในปัจจุบันมากที่สุด และน้ำหนักจะลดหลั่นกันไปแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสำหรับค่าของข้อมูลที่ห่างไกลออกไป โดยมีค่าถ่วงน้ำหนักหรือสัมประสิทธิ์ปรับให้เรียบ (เรียกว่า ค่าแอลฟา: α) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมเพราะง่าย และใช้ข้อมูลจำนวนน้อยกว่าการหาค่าเฉลี่ย

เคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก ซึ่งต้องใช้ข้อมูลในอดีต k ค่า และค่าถ่วงน้ำหนัก k ค่า เช่นกัน โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1- \alpha) F_t \quad (8)$$

$= \alpha$ (ข้อมูลในปัจจุบัน) + (1- α) (ค่าพยากรณ์ที่ผ่านมาล่าสุด)

จากสมการที่ (8) จะได้ $F_{t+1} = F_t + \alpha (Y_t - F_t)$ (9)

นั่นคือ ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาถัดไปจะเท่ากับค่าพยากรณ์ในปัจจุบันบวกกับสัดส่วนของความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลาปัจจุบัน

จากสมการที่ (8) และ (9) จะเห็นได้ว่าในการพยากรณ์ด้วยวิธีนี้นั้น จะใช้ข้อมูลเพียง 3 ค่าเท่านั้นในการคำนวณ ได้แก่ (1) ค่าข้อมูลเริ่มต้นเป็นข้อมูลในปัจจุบัน (2) ค่าพยากรณ์ที่ผ่านมาล่าสุด และ (3) ค่าถ่วงน้ำหนักโดยใช้สัมประสิทธิ์ปรับให้เรียบ (α) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

หลักเกณฑ์ในการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ปรับให้เรียบ (α) มีดังนี้

ถ้า $\alpha = 1$ จะทำให้ค่าพยากรณ์ กลายเป็นวิธีการพยากรณ์แบบง่าย (Naïve Forecast) นั่นคือการพยากรณ์ในช่วงถัดไป จะเป็นเช่นเดียวกันกับช่วงที่ต้องการในปัจจุบัน

ถ้า α มีค่าสูง จะเป็นการให้ความสำคัญมาก กับผลต่างข้อมูลในปัจจุบันกับค่าเฉลี่ยจริง จึงเหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงบ่อยหรือมีความแปรปรวนมาก

ถ้า α มีค่าต่ำ จะเป็นการให้ความสำคัญกับข้อมูลในอดีตมากกว่า ถ้า α มีค่าใกล้เคียงกับ 0 จะทำให้เส้นกราฟราบเรียบเป็นเส้นตรง จึงเหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะแบบเรียบเป็นเส้นตรง

ค่า α จะส่งผลต่อความถูกต้องของการพยากรณ์ ดังนั้น ในทางปฏิบัติหลักเกณฑ์ประการหนึ่งจะใช้การพิจารณาจากค่า α ที่ให้ค่ากำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Sum Square Error) ในการพยากรณ์มีค่าต่ำสุด (Relative Minimum)

สำหรับหลักเกณฑ์ในการกำหนดค่าพยากรณ์เริ่มต้น ทำได้หลายวิธี เช่น

- ใช้ข้อมูลค่าแรกของข้อมูลอนุกรมเวลา
- ใช้ข้อมูลในเวลาล่าสุดก่อนหน้านั้น

- หากมีข้อมูลในอดีตจำนวนมากอาจใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเหล่านั้นเป็นค่าเริ่มต้น

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อเสียของการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย

ข้อดี	ข้อเสีย
ง่าย ใช้ข้อมูลน้อย ค่าใช้จ่ายไม่แพง	ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้หากข้อมูลเปลี่ยนแปลงไป เช่นมีลักษณะแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากวิธีนี้มีข้อสมมุติว่าค่าเฉลี่ยต้องคงที่ ค่า α สูงจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนลงได้ แต่ค่าพยากรณ์ยังคงไม่เปลี่ยนตามค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปหากค่าเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอย่างต่อเนื่อง

- การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม

การพยากรณ์ข้อมูลที่มีอิทธิพลของแนวโน้มเส้นตรง เป็นส่วนประกอบโดยข้อมูลอนุกรมเวลาจะมีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องปรับข้อมูลด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล เพื่อที่จะให้ค่าพยากรณ์ที่ได้ไม่สูงหรือต่ำกว่าค่าที่แท้จริง ซึ่งจะเรียกว่าวิธีนี้ว่า การปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเส้นตรง (Trend-adjust Exponential Smoothing Method) หรือ วิธีของ Holt (Holt's Linear Method) 2 พารามิเตอร์ ซึ่งจะเป็นการปรับให้เรียบทั้งค่าเฉลี่ยและแนวโน้ม และสามารถหาค่าพยากรณ์โดยใช้สมการที่ (10) ต่อไปนี้

$$F_{t+1} = S_t + b_t \quad (10)$$

เมื่อ $$S_t = \alpha Y_t + (1- \alpha)(S_{t-1}+b_{t-1}) \quad (11)$$

และ $$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1- \gamma) b_{t-1} \quad (12)$$

โดยที่ S_t = ค่าเฉลี่ยอนุกรมเวลา ณ เวลา t ปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โพเนเชียล

b_t = ค่าเฉลี่ยแนวโน้ม ณ เวลา t ปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเพเชียล

α = พารามิเตอร์ปรับให้เรียบของค่าเฉลี่ย ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

γ = พารามิเตอร์ปรับให้เรียบของแนวโน้ม ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+1

- การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล

โดยทั่วไปแล้วข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณความต้องการสินค้า หรืออุปสงค์ รวมทั้งข้อมูลด้านอื่น ๆ ในองค์กรมักจะมีรูปแบบเคลื่อนไหวตามฤดูกาล เทศกาล และวันหยุดต่าง ๆ ในรอบปีซึ่งจะเคลื่อนที่ขึ้นและลงซ้ำเดิมในช่วงเวลาที่น้อยกว่า 1 ปี เช่น ยอดขายเครื่องประดับส่งออกจะมียอดขายสูงในช่วงเทศกาลอีสเตอร์และคริสต์มาสของทุกปี หรือจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางไปท่องเที่ยวในช่วงวันหยุดและเทศกาลจะมีจำนวนสูงกว่าเวลาปกติปริมาณการใช้น้ำมันจะสูงขึ้นในช่วงฤดูร้อนเนื่องจากมีจำนวนผู้เดินทางท่องเที่ยวมากขึ้น ในขณะที่ร่มจะขายได้ดีในช่วงฤดูฝนที่มีฝนตกบ่อยๆ เป็นต้น โดยจะเป็นเช่นนี้ซ้ำ ๆ กันในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละปี โดยช่วงเวลาที่บันทึกข้อมูล (Time Period) นั้น อาจจะเป็น ชั่วโมง วัน สัปดาห์ เดือน หรือไตรมาส ก็ได้ ซึ่งจะเรียกช่วงเวลาที่บันทึกนี้ว่าฤดูกาล (Seasonal) และสิ่งที่ใช้ในการประมาณข้อมูลที่ผันแปรตามฤดูกาล คือ ดัชนีฤดูกาล (Seasonal Index) ดัชนีฤดูกาลส่วนใหญ่จะแสดงในรูปของร้อยละ เช่น ดัชนียอดขายของเสื้อกันหนาวเดือนมกราคมเท่ากับ 125 หมายความว่า เนื่องจากการผันแปรจากฤดูกาล (ช่วงฤดูหนาว) จึงทำให้ปริมาณยอดขายของเสื้อกันหนาวเดือนมกราคมสูงกว่าปริมาณยอดขายเฉลี่ยถึงร้อยละ 25 ในทางตรงข้ามหากดัชนียอดขายของเสื้อกันหนาวเดือนเมษายนเท่ากับ 85 หมายความว่า เนื่องจากการผันแปรจากฤดูกาล (ช่วงฤดูร้อน) จึงทำให้ของเสื้อกันหนาวเดือนเมษายนต่ำกว่าปริมาณยอดขายเฉลี่ยถึงร้อยละ 15 เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่มีอากาศร้อน เป็นต้นเมื่อข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องจำเป็นต้องหาวิธีที่จะปรับค่าฤดูกาลก่อน การพยากรณ์ข้อมูลที่มีฤดูกาลนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ในที่นี้จะขอกล่าวถึงวิธีการพยากรณ์ด้วยดัชนีฤดูกาล (สำหรับตัวแบบผลคูณ) ที่เป็นวิธีที่นิยมใช้วิธีหนึ่ง มีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

1. คำนวณหาปริมาณความต้องการเฉลี่ยต่อฤดูกาล โดยนำปริมาณความต้องการทั้งหมดหารจำนวนฤดูกาล เช่น หากข้อมูลเป็นรายไตรมาส ก็จะหารด้วย 4 หรือข้อมูลเป็นรายเดือนก็จะหารด้วย 12 เป็นต้น

2. นำปริมาณความต้องการจริงต่อฤดูกาลหาร ด้วยปริมาณความต้องการเฉลี่ย ที่ได้จากข้อ (1) จะได้ดัชนีฤดูกาล (Seasonal Factor) ของแต่ละฤดูกาลในช่วงเวลาหนึ่งปี

3. คำนวณหาดัชนีฤดูกาลเฉลี่ยของแต่ละฤดูกาลโดยใช้ผลลัพธ์จากข้อ (2) โดยรวมดัชนีฤดูกาลทั้งหมดในช่วงเวลาที่ตรงกัน แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูล

4. ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการในฤดูกาลถัดไป จะสามารถทำได้โดยหาจำนวนปริมาณความต้องการจริงเฉลี่ยต่อฤดูกาลในปีถัดไป ซึ่งสามารถเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นที่เหมาะกับข้อมูลที่ศึกษา จากนั้นให้หารปริมาณความต้องการต่อปีนั้นด้วยจำนวนฤดูกาล แล้วจึงนำปริมาณความต้องการต่อปีเฉลี่ยนั้นคูณด้วยดัชนีฤดูกาล ก็จะได้ค่าพยากรณ์ในฤดูกาลถัดไป

3.7 การหาค่าสัมประสิทธิ์เชิงเรียบ (α) ที่เหมาะสม

ข้อมูลยอดขายแต่ละชุดย่อมมีความแตกต่างกัน จึงต้องการค่า α ในการพยากรณ์ที่แตกต่างกันด้วย ไม่มีค่า α ใดที่เหมาะสมกับทุกข้อมูล การใช้ค่า α ที่เหมาะสมในการคำนวณจะได้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำ นั่นคือค่า α นั้นทำให้ค่าจริงใกล้เคียงกับค่าพยากรณ์มาก ซึ่งทำได้จากการวัดค่าความคลาดเคลื่อนดังต่อไปนี้

$$\text{Mean Absolute Deviation (MAD)} = \frac{\sum|\text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|}{n} \quad (13)$$

3.8 การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

การวัดความคลาดเคลื่อนของค่าจริง และค่าที่พยากรณ์ได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ หรือจำนวนข้อมูลต่างๆ จะพิจารณาจากการที่ค่าจริงใกล้เคียงค่าพยากรณ์ที่สุด หรือทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ย่อมเป็นค่าที่เหมาะสมกับการใช้พยากรณ์ให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ การวัดความความคลาดเคลื่อนสามารถวัดได้จากค่าต่างๆ ดังนี้ไปนี้

- ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation: MAD) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{Mean Absolute Deviation (MAD)} = \frac{\sum|\text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|}{n} \quad (14)$$

- ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย หรือ MAD เป็นตัวชี้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย นอกจากนั้นยังนิยมนำมาใช้วัดเพื่อเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ โดยผู้พยากรณ์ควรจะเลือกสมการพยากรณ์ที่มีค่า MAD ต่ำสุด ค่า MAD ยิ่งน้อย หมายถึง การพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ

- ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error: MSE) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{Mean Squared Error (MSE)} = \frac{\sum|\text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|^2}{n} \quad (15)$$

การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายอีกวิธีหนึ่ง คือ การหาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย หรือ MSE ซึ่งค่านี้ใช้หลักการเดียวกันกับการหาค่าความแปรปรวนในทางสถิติ การวัดค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีนี้จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนที่สูง

เนื่องจากเป็นการนำความคลาดเคลื่อน ณ เวลาใด ๆมายกกำลังสอง ก่อนที่จะหาผลรวมแล้วจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่ง ค่า MSE ยิ่งน้อย หมายถึง การพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ

- ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{Mean Absolute Percent Error (MAPE)} = \frac{\Sigma\left|(\text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์})x100/\text{ค่าจริง}\right|}{n} \quad (16)$$

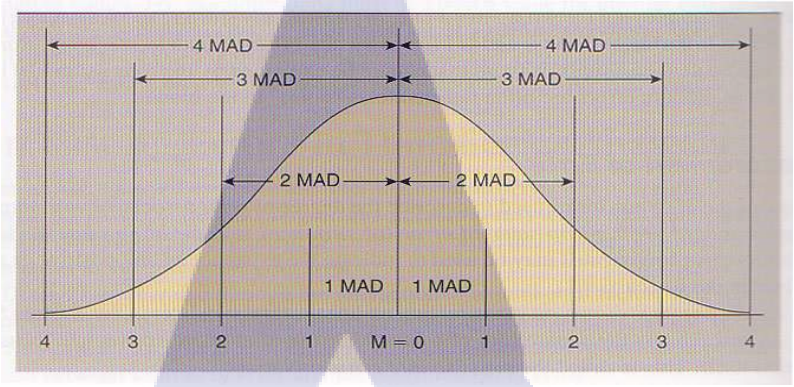
การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์โดยใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย หรือ MAPE นั้นจะมีข้อได้เปรียบกว่าอีก 2 วิธีที่กล่าวมา เนื่องจากเป็นการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงจึงสามารถที่จะใช้ในการประเมินการพยากรณ์ได้เหมาะสมกว่า ค่า MAPE ยิ่งน้อย หมายถึงการพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ

3.9 การวัดความสัมฤทธิ์ผลของวิธีการพยากรณ์ที่ใช้

การจะพิจารณาว่าวิธีการพยากรณ์ที่ใช้ให้ความแม่นยำของค่าพยากรณ์เพียงใดดูได้จากค่า Tracking Signal ที่

$$\text{Tracking Signal} = \frac{\Sigma\left(\text{ค่าจริงในช่วงเวลา } t - \text{ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา } t\right)}{MAD} \quad (17)$$

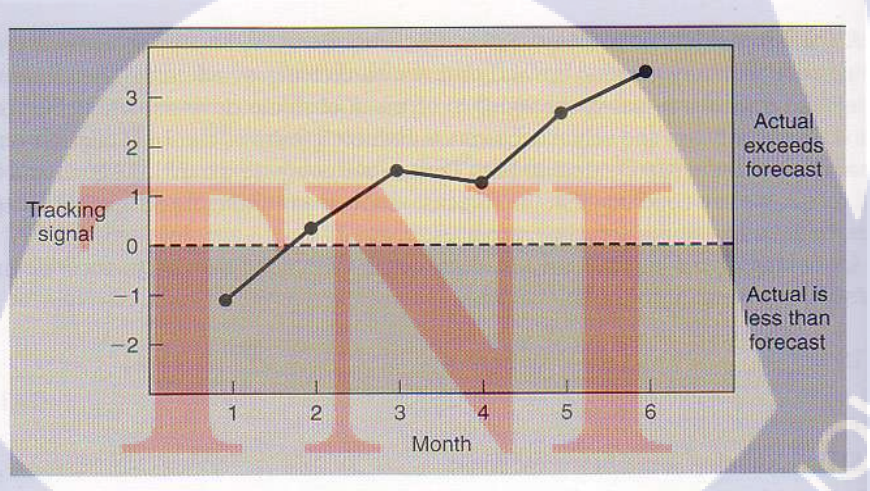
ถ้าค่า Tracking Signal เป็นบวกแสดงว่าค่าจริงสูงกว่าค่าพยากรณ์ ถ้าเป็นลบแสดงว่าค่าพยากรณ์สูงกว่าค่าจริง ค่า Tracking Signal ที่แสดงว่าการพยากรณ์ม่นยำที่ต้องมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ นอกจากนั้นยังมีการควบคุมให้ค่า Tracking Signalอยู่ภายในช่วงควบคุมดังต่อไปนี้



รูปที่ 7 การกระจายของค่า MAD

ที่มา : Mark, M. Davis; Nicholas, J. Aquilano; and Richard, B. Chase. (2003). **Fundamentals of Operations Management.** p. 368.

การควบคุมค่า MAD ยังสามารถใช้แผนภูมิการควบคุม เพื่อพิจารณาว่าวิธีการพยากรณ์ที่ใช้อยู่นั้นมีความเหมาะสมโดยให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำเพียงใด ถ้าค่า Tracking Signal ออกนอกขอบเขตควบคุมบนหรือล่างเมื่อใดแสดงว่า วิธีการพยากรณ์ที่ใช้อยู่ให้ค่าที่ไม่แม่นยำแล้ว



รูปที่ 8 การใช้แผนภูมิควบคุมค่า MAD

ที่มา : Mark, M. Davis; Nicholas, J. Aquilano; and Richard, B. Chase. (2003). **Fundamentals of Operations Management.** p. 370.

นอกจากนั้นยังสามารถใช้ MAD ในการพยากรณ์ความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาต่อไปได้โดยใช้การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ดังสมาการ

$$MAD_t = (A_{t-1} - F_{t-1)} + (1 - a)\ MAD_{\ t-1} \quad (18)$$

โดยที่ MAD_t = ค่าพยากรณ์ของ MAD ที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลา t

a = สัมประสิทธิ์เชิงเรียบ (มีค่าตั้งแต่ 0.05 ถึง 0.20)

A_{t-1} = ค่าขายจริงในช่วงเวลา

F_{t-1} = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t-1

3.10 สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation)

สหสัมพันธ์ในตัวเองของประชากร เป็นมาตรวัดสหสัมพันธ์ระหว่าง Z_t และ Z_{t-k} ใด ๆ ในอนุกรมเวลา $Z_1, Z_2, ..., Z_{t-k}, ..., Z_t, ..., Z_{t+k}, ...$ ชุดเดียวกัน เขียนแทนด้วย ρ_k โดยที่

$$\rho_k = \frac{E[(Z_t - \mu)(Z_{t-k} - \mu)]}{[\sqrt{E(Z_t - \mu)^2}][\sqrt{E(Z_{t-k} - \mu)^2}]} \quad ; -1 \le \rho_k \le 1, \quad k = 1,2,3,... \quad (19)$$

เมื่อ $E[(Z_t - \mu)(Z_{t-k} - \mu)] = \gamma_k$ เป็นความแปรปวนร่วมในตัวเองที่เวลาห่างกัน k หน่วย (Auto Covariance at lag k)

$E(Z_t - \mu)^2 = Var(Z_t) = Var(Z_{t-k}) = \gamma_0$ เป็นความแปรปวนของอนุกรมเวลา (Variance)

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\sqrt{Var(Z_t)}\sqrt{Var(Z_{t-k})}} = \frac{\gamma_k}{\sqrt{Var(Z_t)}\sqrt{Var(Z_t)}} = \frac{\gamma_k}{Var(Z_t)} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (20)$$

$\rho_k = \rho_{-k}$ หมายถึง สหสัมพันธ์ในตัวเองระหว่าง Z_t และ Z_{t-k} เท่ากับ สหสัมพันธ์ในตัวเองระหว่าง Z_t และ Z_{t+k} สำหรับ t ใด ๆ

และ $\rho_0 = \frac{\gamma_0}{\gamma_0} = 1$

ความหมายของ ρ_k มีดังนี้

• ถ้า ρ_k มีค่าใกล้ 1 แสดงว่า ค่าสังเกตที่อยู่ห่างกัน k หน่วย มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงค่าไปด้วยกันในแนวเส้นตรงซึ่งมีความชันเป็นบวก

• ถ้า ρ_k มีค่าใกล้ -1 แสดงว่า ค่าสังเกตที่อยู่ห่างกัน k หน่วย มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงค่าไปด้วยกันในแนวเส้นตรงซึ่งมีความชันเป็นลบ

ถ้าพิจารณาสหสัมพันธ์ในตัวเองในลักษณะที่ฟังก์ชันของช่วงเวลาที่ห่างกัน ฟัง k หน่วย เราเรียก ρ_k ว่า “ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation function, ACF) หรือ คอเรลโลแกรม (Correlogram) กราฟของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองของอนุกรมเวลาสเตชันนารี (Stationary) จะมีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วเข้าสู่ศูนย์ หรือเป็นกราฟซึ่งมีค่าเป็นศูนย์ทุกค่า

- ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองของตัวอย่าง (Sample Autocorrelation Function, ACF)

ในทางปฏิบัติเรามีเพียงอนุกรมเวลาที่มีจำนวนจำกัด คือ $Z_1, Z_2, ..., Z_n$ ซึ่ง ρ_k เป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า ดังนั้นจึงต้องประมาณค่า ρ_k โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ n ค่า และเรียกค่าประมาณของ ρ_k ว่า “สหสัมพันธ์ในตัวเองของตัวอย่างที่เวลาห่างกัน k หน่วย (Sample Autocorrelation at lag k)” เขียนแทนด้วย r_k โดยที่

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^{n}(Z_t - \bar{Z})^2} = \frac{\sum_{t=k+1}^{n}(Z_t - \bar{Z})(Z_{t-k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^{n}(Z_t - \bar{Z})^2} \; ; -1 \le r_k \le 1 \, , k = 1,2,3,... \quad (21)$$

เมื่อ $\bar{Z} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} Z_t$

การหาค่า r_k บ็อกซ์และเจนกินส์ แนะนำให้ใช้ค่าสังเกตอย่างน้อย จำนวน 50 เพื่อได้ค่าประมาณที่ดี และควรหาสหสัมพันธ์ในตัวเองสำหรับช่วงเวลาที่ห่างกันมากที่สุดไม่เกิน $\frac{1}{4}$ ของจำนวนค่าสังเกต n

เมื่อจำนวนค่าสังเกตมาก (n) มา การแจกแจงของ r_k ประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ρ_k และความแปรปรวน $V(r_k)$; โดยที่ $V(r_k)$ หาได้จากสูตรของ Bartlett ดังนี้

$$Var(r_k) \cong \frac{1}{n}(1+2\sum_{j=1}^{q} r_j^2) \qquad ,k > q \quad \text{การคำนวณค่อนข้างยุ่งยาก}$$

$$SE(r_k) = \sqrt{Var(r_k)} \qquad = \frac{1}{\sqrt{n}}\left(1+2\sum_{j=1}^{q} r_j^2\right)^{\frac{1}{2}} \qquad ,k > q \qquad (22)$$

ดังนั้น ถ้าอนุกรมเวลาไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง หรือ $\rho_k = 0$; ทุก k แล้ว การประมาณค่าความแปรปรวนของ r_k จะมีค่าเป็น

$$Var(r_k) \cong \frac{1}{n} \qquad \text{และ} \qquad SE(r_k) \cong \frac{1}{\sqrt{n}} \qquad \text{; สำหรับทุกค่า } k \qquad (23)$$

การทดสอบสมมติฐานว่า อนุกรมเวลามีสหสัมพันธ์ในตัวเอง เมื่อช่วงเวลาห่างกัน k หน่วย มีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ กระทำได้ดังนี้

กำหนดสมมติฐาน $H_0 : \rho_k = 0$ แย้งกับ $H_1 : \rho_k \neq 0$

ตัวสถิติทดสอบ คือ r_k

$$= \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^{n}(Z_t - \bar{Z})^2} \qquad (24)$$

ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $|r_k| \geq \frac{1.96}{\sqrt{n}} \cong \frac{2}{\sqrt{n}}$ แสดงว่า $\rho_k \neq 0$

หรือ ถ้า r_k อยู่ในช่วง $(-\frac{2}{\sqrt{n}}, \frac{2}{\sqrt{n}})$ จะยอมรับ H_0 แสดงว่า $\rho_k = 0$

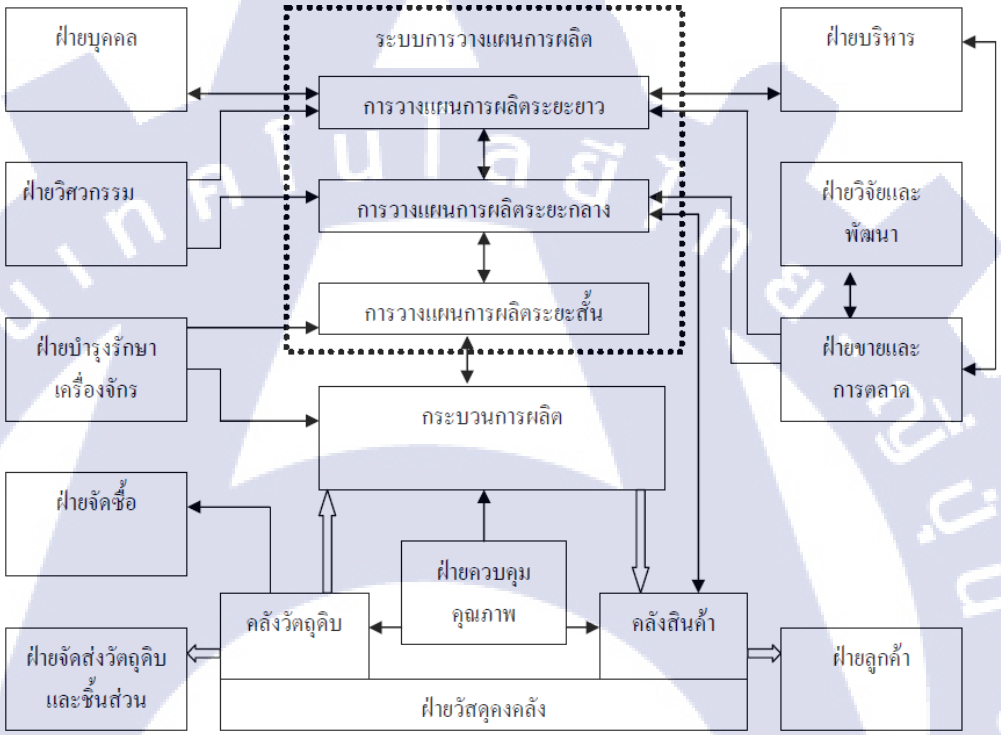
การวางแผนและควบคุมการผลิต

รายละเอียดตารางการทำงานในโรงงาน เพื่อให้รู้ว่าจะต้องทำงานอะไร เมื่อไร และต้องใช้เครื่องจักรเครื่องมืออะไรบ้าง เป็นหน้าที่ของผู้บริหารในสายการผลิตที่รับข้อมูลมาจากฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิตอีกทีหนึ่ง

การวางแผนการผลิต (Production Planning)

1. การวิเคราะห์ระบบงานวางแผนการผลิต

พื้นฐานของงานด้านการวางแผนการผลิตนั้น มีโครงสร้างที่สามารถพิจารณาได้เป็นระบบระบบงานนี้จะมีการไหลเวียนของข้อมูลด้านการผลิตเกิดขึ้น โดยที่ข้อมูลดังกล่าวนี้จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับทุกหน่วยงานในองค์การและเป็นกลไกสำคัญ สำหรับการควบคุมการดำเนินงานด้านการผลิต ซึ่งแสดงรายละเอียดได้ตามรูปที่ 9



รูปที่ 9 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของระบบการวางแผนการผลิตและการไหลเวียนของข้อมูลในหน่วยงานต่างๆ

จากรูปที่ 9 ลูกศรเส้นเดี่ยว (→) แสดงถึงการไหลเวียนของข้อมูลที่จำเป็นและหน้าที่ที่แต่ละหน่วยงานจะต้องมีส่วนเกี่ยวข้อง ส่วนลูกศรคู่ (⇨) นั้นแสดงถึงการไหลเวียนของวัสดุเริ่มตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบจนกระทั่งส่งมอบให้ลูกค้า วัสดุในที่นี้หมายถึง วัตถุดิบและชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิตรวมถึงสินค้าที่เสร็จสมบูรณ์ ทั้งนี้เมื่อพิจารณากรอบของระบบการวางแผนการผลิตจากรูปที่ 9 จะพบว่าการวางแผนการผลิตนั้นมีลำดับขั้นที่สามารถแยกย่อยได้ตามช่วงเวลา คือ การวางแผนการผลิตระยะยาว ระยะกลาง และระยะสั้น ซึ่งในแต่ละลำดับขั้นนั้นก็จะมีจุดประสงค์และหัวข้อที่เป็นองค์ประกอบของการวางแผนแตกต่างกัน ดังนี้

1.1 การวางแผนการผลิตระยะยาว (Long-Term Production Planning)

การวางแผนการผลิตระยะยาว หมายถึง การวางแผนการผลิตในช่วงเวลามากกว่า 1 ปีขึ้นไป โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ระหว่าง 3-5 ปี ซึ่งเป็นการวางแผนระดับกลยุทธ์ (Strategic Level) โดยมีจุดประสงค์เพื่อการตัดสินใจในการเตรียมความพร้อมด้านกำลังการผลิตสำหรับการดำเนินการในอนาคต เช่น อาคาร สถานที่ เครื่องจักรหลักหรือสาธารณูปโภคของโรงงาน เป็นต้น

1.2 การวางแผนการผลิตระยะกลาง (Mid-Term Production Planning)

การวางแผนการผลิตระยะกลาง หมายถึง การวางแผนการผลิตในช่วงเวลาระหว่าง 1-12 เดือนข้างหน้า ซึ่งเป็นการวางแผนระดับการจัดการ (Managerial Level) มีจุดประสงค์เพื่อจัดสรรการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้สามารถเกิดผลอย่างเต็มที่ในกระบวนการผลิต คำว่าทรัพยากรในที่นี้หมายถึง สิ่งที่เป็นปัจจัยสำหรับการผลิต เช่นวัตถุดิบ แรงงาน เครื่องจักรและเครื่องมือ เป็นต้น การวางแผนการผลิตระยะกลางนี้จะมีหัวข้อที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

- การวางแผนการผลิตรวม (Aggregate Planning)

การวางแผนการผลิตรวม เป็นลำดับขั้นแรกของการวางแผนการผลิตระยะกลาง ซึ่งแผนการผลิตรวมเป็นแผนที่สร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงความสามารถในการผลิตทั้งหมดที่มีอยู่ให้สอดคล้องกับความต้องการในตัวสินค้าทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ทั้งนี้จะยังไม่เจาะจงรายละเอียดว่าสินค้ารุ่นใดหรือชนิดใดจะต้องมีระดับของปัจจัยการผลิตเท่าใด แต่จะเป็นการกำหนดในลักษณะการพิจารณาโดยรวมทั้งหมด ตัวอย่างเช่น ในช่วงเวลาหนึ่งจะสามารถทำการผลิตเหล็กรูปพรรณได้กี่ตัน โดยไม่แยกพิจารณาว่าจะต้องใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อผลิตเป็น H-Beam เท่าใด I-Beam เท่าใด หรือ C-Beam เท่าใด การวางแผนขั้นนี้จะยังเป็นภาพรวมอยู่จึงเป็นสาเหตุที่ใช้ชื่อเรียกว่า Aggregate Planning ความสำคัญของการวางแผนในหัวข้อนี้คือ เป็นการจัดเตรียมทรัพยากรการผลิตในระยะกลาง ให้สอดคล้องกับแผนการผลิตที่จะเกิดขึ้นภายใต้กำลังการผลิตที่ได้กำหนดไว้ รวมทั้งมุ่งเน้นในเรื่องต้นทุนการผลิตที่จะเกิดขึ้นให้อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุด

- การจัดตารางการผลิตหลัก (Master Production Scheduling: MPS)

การจัดตารางการผลิตหลัก (MPS) เป็นการจัดทำแผนการผลิตที่ระบุเจาะจงลงไปว่าจะทำการผลิตชิ้นงานอะไร จำนวนเท่าใด และจะต้องเสร็จสมบูรณ์เมื่อใด โดยทั่วไปมักจะจัดทำตารางการผลิตหลักเป็นรายเดือนหรือรายสัปดาห์ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการผลิตนั้นๆ ข้อมูลในตารางการผลิตหลักจะมาจากการแปลงค่าจากการพยากรณ์ยอดขาย ซึ่งอาจจะคำนวณตามหลักทางสถิติหรือมาจากใบสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งจะบอกชนิด ปริมาณ และวันกำหนดส่งมอบอย่างชัดเจน ทั้งนี้การจัดทำตารางการผลิตหลักจะต้องมีความสอดคล้องกับแผนการผลิตรวมที่ได้กำหนดไว้แล้วด้วย

- การวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning: MRP)

การวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) เป็นเทคนิคในการจัดการเกี่ยว กับความต้องการวัตถุดิบ ชิ้นส่วนประกอบและวัสดุอื่นๆ เพื่อให้สามารถรู้ถึงปริมาณความต้องการในแต่ละช่วงเวลา และสามารถจัดหาได้อย่างเพียงพอ และทันเวลากับความต้องการในทุกๆ ขั้นตอนการผลิตโดยข้อมูลจากตารางการผลิตหลัก (MPS) ซึ่งจะบอกถึงสิ่งที่จะต้องผลิตว่ามีจำนวนเท่าใดในเวลาใด จากนั้นจะพิจารณาถึงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต ว่าประกอบด้วยวัตถุดิบชิ้นส่วน ชิ้นส่วนประกอบและวัสดุอื่นๆ อะไรบ้าง เพื่อจะใช้ในการจัดหา โดยจะต้องดูข้อมูลปริมาณจากในคลังวัสดุที่มีช่วงเวลาที่ใช้ในการจัดหา ผลิตภัณฑ์ที่มีขั้นตอนการผลิตซับซ้อน มีชิ้นส่วนประกอบต่างๆ เป็นจำนวนมากจะใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการคำนวณ ซึ่งจะทำให้รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น เทคนิคนี้จะประยุกต์ใช้กับระบบการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง Job Shop แต่จะไม่ประยุกต์ใช้กับระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง

- การวางแผนความต้องการกำลังการผลิต (Capacity Requirement Planning: CRP)

การวางแผนความต้องการกำลังการผลิต (CRP) เป็นการจัดทำแผนที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดกำลังการผลิตที่จำเป็นสำหรับแต่ละสถานีงาน (Working Station) เช่น แรงงาน เครื่องจักร หรือปัจจัยการผลิตทางกายภาพอื่นๆ ว่าควรจะต้องมีปริมาณเท่าใด และต้องการในช่วงเวลาใดโดยจะรับข้อมูลความต้องการวัสดุจาก MRP มาทำการประเมินผลเกี่ยวกับภาระงาน (Work Load) ของสถานีงานต่างๆ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถมั่นใจได้ว่ากำลังการผลิตที่มีอยู่ และกำลังการผลิตที่ต้องการในช่วงเวลานั้นมีความสมดุลเพียงพอสำหรับแต่ละหน่วยงาน โดยพยายามไม่ให้เกิดเหตุการณ์ที่มีภาระงานมากเกินไป มีภาระงานน้อยเกินไปหรือเกิดคอขวด (Bottle Neck)

1.3 การวางแผนการผลิตระยะสั้น (Short-Term Production Planning)

การวางแผนการผลิตระยะสั้น หมายถึง การวางแผนการผลิตที่มีช่วงเวลาเป็นรายสัปดาห์หรือรายวันขึ้นอยู่กับปริมาณงานและความซับซ้อนของกระบวนการผลิต เป็นการวางแผนระดับปฏิบัติการที่มีจุดประสงค์เพื่อจัดเตรียมกำหนดเวลาในการทำงานให้กับทรัพยากรการผลิตที่เกี่ยวข้องเช่นแรงงานเครื่องจักร เครื่องมือรวมทั้งช่วงเวลาในการปฏิบัติงานของแต่ละสถานีงานด้วยการวางแผนการผลิตระยะสั้นนี้จะมุ่งเน้นเรื่องการจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) เป็นหลัก ซึ่งถือเป็นลำดับขั้นสุดท้ายของระบบการวางแผนการผลิตโดยจะต้องมีความยืดหยุ่นตัวได้ค่อนข้างสูงเพื่อให้สอดคล้องกับสถานภาพของกระบวนการผลิต

2. การจัดตารางการผลิต (Production Scheduling)

การจัดตารางการผลิต เป็นการจัดสรรทรัพยากรการผลิต ไม่ว่าจะเป็นแรงงาน เครื่องจักร หรือสิ่งอำนวยความสะดวก ให้ดำเนินการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งรับช่วงต่อมาจากการวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) และการวางแผนความ

ต้องการกำลังการผลิต (CRP) ทั้งการจัดตารางการผลิตจะเกี่ยวข้องกับเรื่องการทำงาน (Job Order) และการจัดลำดับงาน (Job Sequencing) ให้กับแต่ละหน่วยงาน การจัดตารางการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งของการผลิตทั้งแบบต่อเนื่อง และแบบกลุ่มรวมถึงแบบไม่ต่อเนื่อง เพราะต้องจัดสรรทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่ใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด ดังนั้น จึงต้องใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ทั้งด้านแรงงานคน และเครื่องจักร อุปกรณ์ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจากการวิเคราะห์ระบบการวางแผนการผลิตทั้งหมด จะพบว่า ในการวางแผนการผลิตแต่ละลำดับขั้นนั้นต้องมุ่งเน้นในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่ให้เกิดผลสูงสุด ซึ่งจะต้องมีการติดตามตรวจสอบผลลัพธ์การผลิตจริงที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามแผนการผลิตหรือไม่ โดยการประสานงานและสื่อสารข้อมูลที่จำเป็นระหว่างหน่วยงาน หากมีปัญหาใดเกิดขึ้นก็อาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนการผลิตให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

สภาพปัญหาและแนวทางการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิต

ในการดำเนินการผลิตจริงนั้น ผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบระบบการวางแผนการผลิตมักจะพบว่า ต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนการผลิตอยู่ตลอดเวลา แผนงานที่เคยวางไว้ไม่สามารถนำไปใช้ได้จริงเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อน ระหว่างแผนการผลิตและความต้องการที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งส่งผลให้กระบวนการผลิตที่ดำเนินงานตามแผนงานดังกล่าวเป็นกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพตามไปด้วย ถึงแม้ว่าทรัพยากรผลิตทางด้านต่างๆ เช่น แรงงาน เครื่องจักร หรือวัตถุดิบ จะมีความพร้อมเพียงใดก็ตาม ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการวางแผนการผลิตเพื่อกำหนดแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

1. สภาพปัญหาของการวางแผนการผลิต

1.1 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับการวางแผนการผลิตระยะยาว

- ความผันแปรของความต้องการที่เกิดจากลูกค้า
- ขั้นตอนเพื่อการตัดสินใจไม่มีความชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง
- ขาดกลยุทธ์ในการวางแผนที่เหมาะสม

1.2 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับการวางแผนการผลิตระยะกลาง

- ความผันแปรของความต้องการที่เกิดจากลูกค้า หรือการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดในใบสั่งซื้อ
- ความคลาดเคลื่อนของปริมาณที่ผลิตได้จริง กับปริมาณที่วางแผนการผลิตไว้
- กลยุทธ์ในการวางแผนไม่สอดคล้องกับลำดับขั้น และหัวข้อของการวางแผน

1.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับการวางแผนการผลิตระยะสั้น

- ความไม่มีเสถียรภาพของปัจจัยการผลิต เช่น แรงงาน เครื่องจักร หรือวัตถุดิบ
- ผลกระทบจากการปรับแผนการผลิตในระยะกลาง
- ผลกระทบจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตที่มีต่อแต่ละหน่วยงาน

จากสภาพปัญหาของระบบการวางแผนการผลิตในแต่ละลำดับขั้นนั้น จะเห็นได้ว่ามีลักษณะแตกต่างกัน เนื่องจากมีองค์ประกอบพื้นฐานที่เป็นปัจจัยสำหรับการวางแผนที่แตกต่างกัน ดังนั้น แนวทางในการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิตจึงต้องพิจารณาแนวทางที่สอด คล้องกับแต่ละลำดับขั้นของการวางแผนและต้องสามารถส่งผลเชื่อมโยงถึงกันได้ทั้งระบบ

2. แนวทางการปรับปรุงสำหรับการวางแผนการผลิต

2.1 แนวทางการปรับปรุงการวางแผนการผลิตระยะยาว

- การใช้เทคนิคในการพยากรณ์โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับการใช้ดุลพินิจของผู้มีประสบการณ์ประกอบกับ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของอุปสงค์ที่มีความผันแปรจากลูกค้าและความสามารถในการผลิตที่จะมีการเตรียมการไว้สำหรับอนาคต
- การตัดสินใจในเรื่องของกำลังการผลิตจะต้องมีความน่าเชื่อถือ และดำเนินไปอย่างมีหลักการ ซึ่งมีขั้นตอนที่สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ทำการประเมินกำลังการผลิตที่ต้องการในช่วงเวลา 3-5 ปี ข้างหน้าให้สอดคล้องกับปริมาณอุปสงค์จากการพยากรณ์
2. กำหนดช่องว่าง (Define Gaps) ระหว่างค่าประมาณของกำลังการผลิตที่ต้องการกับกำลังการผลิต
3. กำหนดทางเลือก (Define for Alternative) เพื่อแก้ไขปัญหาของช่องว่างดังกล่าว
4. พิจารณาทางเลือกโดยใช้เทคนิคการตัดสินใจ (Decision Technique) มาประเมินเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด

- กลยุทธ์ที่ใช้สำหรับการวางแผนกำลังการผลิตระยะยาว สามารถพิจารณาได้ ดังนี้

1. การใช้เทคนิคสำรองขนาดกำลังการผลิต (Sizing Capacity Sparing Technique)
2. การใช้ทฤษฎีของข้อจำกัด (Theory of Constraint)
3. กลยุทธ์เรื่องเวลาและการขยายตัว (Timing and Expansion Strategy)

2.2 แนวทางการปรับปรุงการวางแผนการผลิตระยะกลาง

- การใช้เทคนิคการพยากรณ์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของอุปสงค์ที่มีความผันแปรจากลูกค้า ซึ่งสามารถวิเคราะห์เป็นแบบรายเดือนหรือรายไตรมาสได้

- กำหนดวิธีการเพื่อปรับแผนการผลิต เพื่อให้สามารถคงสถานภาพทางการผลิตภายใต้ข้อกำหนดที่มีอยู่ได้ ซึ่งโดยทั่วไปมีวิธีที่นำมาปฏิบัติอยู่ 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 คือ การปรับเปลี่ยนแผนการผลิตโดยวิธีเฉลี่ยน้ำหนัก (Weighted Average Method)

วิธีที่ 2 คือ การปรับระดับสม่ำเสมอ (Leveling Method)

กลยุทธ์ที่ใช้สำหรับการวางแผนกำลังการผลิตระยะกลางสามารถพิจารณาได้ดังนี้

1. กลยุทธ์การไล่ตาม (Chase Strategy) และกลยุทธ์การักษาระดับ (Level Strategy) สำหรับการวางแผนการผลิตรวม

2. การใช้เทคนิคในการใช้ของหมด (Run-Out Time Technique) และการใช้เทคนิคในการผลิตจำนวนมากไว้ก่อน เพื่อให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำสำหรับการจัดตารางการผลิตหลัก

3. การใช้เทคนิคการกำหนดขนาดของการผลิตแต่ละคราว (Lot Sizing Technique) สำหรับการจัดตารางการผลิตแนวทางการปรับปรุงการวางแผนการผลิตระยะสั้น

2.3 แนวทางการปรับปรุงการวางแผนการผลิตระยะสั้น

- การใช้เทคนิคจัดสมดุลในสายการผลิต เพื่อรองรับผลกระทบจากปัญหาด้านปัจจัยการผลิตที่ไม่มีเสถียรภาพ

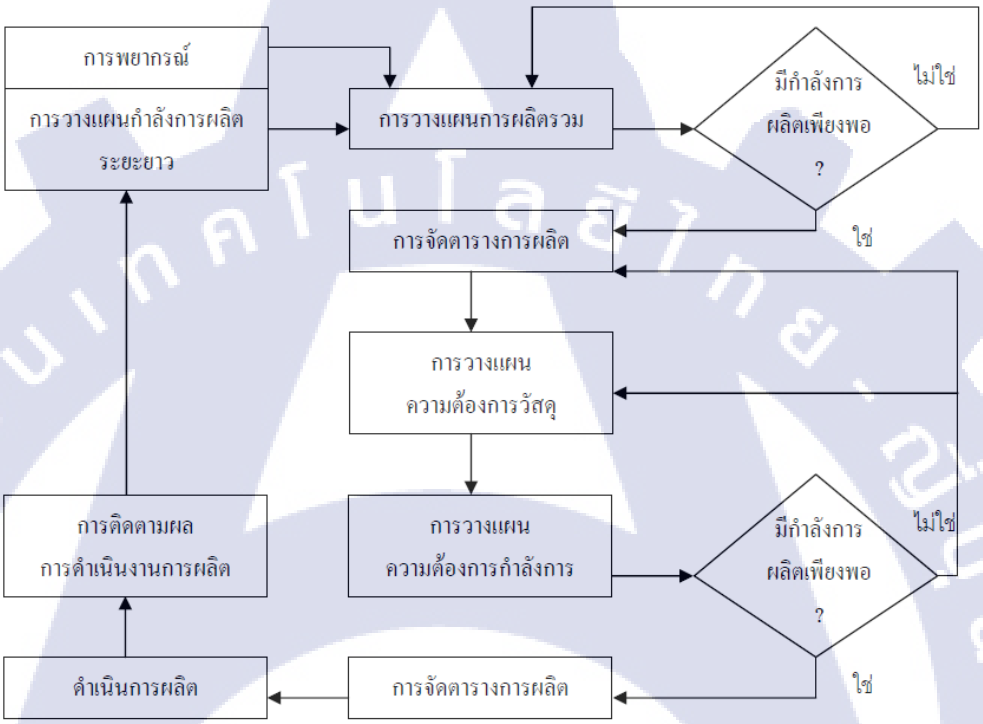
- การใช้หลักเกณฑ์ในการกำหนดงานสำหรับการจัดตารางการผลิต เพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในแต่ละสถานีงานหรือหน่วยผลิต

- การใช้หลักเกณฑ์ของการจัดลำดับงานอย่างมีเหตุผล (Heuristic Approach) ประกอบกับ การพิจารณาสภาวะของกระบวนการผลิตบนพื้นฐานของความเป็นจริง เพื่อลดผลกระทบจากการปรับแผนการผลิตในระยะกลาง โดยมีหลักเกณฑ์ที่นิยมใช้ดังนี้

1. เข้าก่อนทำก่อน (First Come – First Serve : FCFS)
2. ทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน (Shortest Processing Time : SPT)
3. ทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดก่อน (Longest Processing Time : LPT)
4. ทำงานที่มีกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน (Earliest Processing Time : EPT)
5. ทำงานที่เวลาเหลือน้อยที่สุดก่อน (Minimum Slack Time : MST)
6. เข้าทีหลังทำก่อน (Last Come – First Served : LCFS)

3. การวางแผนและควบคุมการผลิต

รายละเอียดตารางการทำงานในโรงงาน เพื่อให้รู้ว่าจะต้องทำงานอะไร เมื่อไร และต้องใช้เครื่องจักรเครื่องมืออะไรบ้าง เป็นหน้าที่ของผู้บริหารในสายการผลิตที่รับข้อมูลมาจากฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิตอีกทีหนึ่ง แนวทางการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิตในแต่ละลำดับขั้นมีความเชื่อมโยงกันได้ทั้งระบบ ซึ่งสามารถสรุปเป็นภาพรวมได้ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงความเชื่อมโยงของการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิต

4. ผลจากการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิต

1. เพื่อศักยภาพในการใช้ทรัพยากรการผลิต ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในกระบวนการผลิต

2. ลดความไม่สอดคล้องกัน (Non-Conformable) ของการจัดเตรียมทรัพยากรการผลิตกับความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการผลิต

3. ลดการรอคอยงานหรือเวลาสูญเปล่า (Idle Time) ในกระบวนการผลิต

4. ลดปริมาณชิ้นงานในระหว่างกระบวนการผลิต (WIP)

5. ลดเวลานำในการผลิต (Lead Time) และเพิ่มปริมาณ งานที่ส่งมอบตรงเวลา

โดยสรุป จากที่ได้นำเสนอเนื้อหาไปในส่วนของการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิตดังรายละเอียดข้างต้น มีข้อพิจารณาที่ควรตระหนักถึงประการหนึ่ง คือ ระบบการวางแผนการผลิตเป็นเพียงส่วนงานหนึ่งของการจัดการกระบวนการผลิต ซึ่งการจัดการกระบวนการผลิตที่ดีนั้นต้องมีระบบการวางแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งจะต้องมีระบบการควบคุมการผลิตที่มีประสิทธิภาพด้วย

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อับดุล ทาลิบ บุน ; และ ชง ยิ เลง (Abdul Talib Bon; and Chong Yi Leng. 2009) กล่าวว่า การรวมวิธีการพยากรณ์หลายๆวิธีการแล้วนำมาปรับปรุงพัฒนาบนพื้นฐานข้อมูลทางสถิติ และการคาดการตามกฎของการพยากรณ์ แล้วนำมาบูรณาการ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจด้านการตลาดและในด้านการลดต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า และยังสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับความคาดหวังของผู้บริโภคในเวลาที่กำหนดและภายใต้เงื่อนไขของตลาดที่แตกต่างกัน ความชัดเจนของขนาดของอุปสงค์และขนาดของอุปทานของธุรกิจ

อี. สตอยมีโนวา ; เค โปรดาโนวา ; อาร์ โปรดาโนวา (E. Stoimenova; K. Prodanova ; and R. Prodanova. 2007) กล่าวว่า วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series) สามารถวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความต้องการใช้ของลูกค้าในแต่ละวันและในแต่ละเดือน และยังสามารถบอกถึงความต้องการสูงสุดในแต่ละเดือน จะมีประโยชน์ต่อการวางแผนการผลิตและการตัดสินใจลงทุน คาดการณ์ระยะเวลาสำหรับแผนการบำรุงรักษา และยังสามารถนำมาปรับปรุงการตัดสินใจ ลดค่าใช้จ่ายลดความเสี่ยงในการดำเนินงาน

เจ ดี เบอร์มูเดส; เจ วี ซีกูร่า; และ อี เวอร์เชอร์ (J. D.Bermudez ; J. V. Segura; and E. Vercher. 2006) กล่าวว่า วิธีการเอ็กโปแนนเชียล เป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อใช้ในการคุมสินค้าคงคลังและใช้วางแผนธุรกิจ ซึ่งกระบวนการของการพยากรณ์ด้วยวิธีเอ็กโปรแนนเชียล สามารถใช้กับการพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับอนุกรมเวลา และสามารถนำเทคนิคการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ยศนันท์ ศุภพิบูลย์กุล ; และธนัญญา วสุศรี (2552) ได้ศึกษาการพยากรณ์และการวางแผนการผลิตโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ด้วยอนุกรมเวลา ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตที่นำมาศึกษา พบว่า เป็นข้อมูลที่ไม่มีแนวโน้มหรือฤดูกาล ทำให้ผู้ศึกษาเลือกการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายและวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยใช้ค่าเฉลี่สมบูรณ์ของเปอร์เซนต์ของความคลาดเคลื่อนเป็นตัววัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ของแต่ละวิธี และนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการวางแผนผลิตโดยใช้เครื่องมือ Solver ของโปรแกรม Spreadsheet ในการวางแผนการผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงที่สุด

ณัทธร ทิบุญ ; และเจษฎา เย็นจะบก (2551) ได้ศึกษาการจัดสรรทรัพยากรเพื่อการผลิตโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ด้วยอนุกรมเวลาซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตที่นำมาศึกษา พบว่า การพยากรณ์ด้วยวิธีWinters' Method ให้ค่า MAPE ค่า MAD และค่า MDS ที่ต่ำสุด ทำให้ผู้ศึกษาเลือกการหาค่าโดยใช้วิธี Winters' Method โดยใช้ค่าเฉลี่ยสมบูรณ์ของเปอร์เซนต์ของความคลาดเคลื่อนเป็นตัววัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ของแต่ละวิธี และนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการจัดสรรทรัพยากรเพื่อการผลิตโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น LINDO ในการจัดสรรทรัพยากรเพื่อให้ได้ปริมาณความต้องการที่เหมาะสมในการสั่งซื้อแต่ละครั้ง ทำให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด

วัชรินทร์ เปียสกุล (2549) ได้ศึกษาการพยากรณ์และการวางแผนการผลิตโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ด้วยอนุกรมเวลาซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตที่นำมาศึกษา พบว่าเป็นข้อมูลที่ไม่มีแนวโน้มหรือฤดูกาลทำให้ผู้ศึกษาเลือกการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยใช้ค่าเฉลี่ยสมบูรณ์ของเปอร์เซนต์ของความคลาดเคลื่อนเป็นตัววัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ของแต่ละวิธี และนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการวางแผนผลิตโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการวางแผนการผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงที่สุด

<u>สรุป</u>

จากทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่กล่าวถึงพบว่า การเลือกใช้เทคนิคในการพยากรณ์อนุกรมเวลานั้น ก่อนอื่นต้องพิจารณาว่าข้อมูลในอดีตที่นำมาศึกษาว่ามีองค์ประกอบกับอนุกรมเวลาส่วนไดบ้าง ได้แก่ แนวโน้ม ฤดูการ วัฏจักร และการแปรผันแบบผิดปกติหรือการแปรผันแบบไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากเทคนิคในการพยากรณ์อนุกรมเวลาแต่ละวิธีมีความเหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูลที่นำมาศึกษาแตกต่างกัน โดยใช้ค่าวัดความแม่นยำในการพยากรณ์เป็นตัววัดประสิทธิภาพ ดังนั้นแนวทางการศึกษาของงานวิจัยต่างๆ จะเป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากผลที่ได้จากการพยากรณ์ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการวางแผนการผลิตสินค้า ซึ่งจะแสดงขั้นตอนการดำเนินงานดังกล่าวนี้ในบทที่ 3

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานสารนิพนธ์

ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทที่ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับผลิตฉนวนกันความร้อนประเภท PE (Polyethylene) – Foam Sheets และ ผลิตภัณฑ์หลัก คือ Foam Sheets ซึ่งปัจจุบันบริษัทมียอดจำหน่าย 50,000 ตารางเมตรต่อเดือน โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ ส่งผลให้บริษัทจะต้องมีการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ และวางแผนการผลิตให้เพียงพอกับความต้องการจริงของลูกค้า

1. ที่มาและสาเหตุของปัญหา

จากการศึกษาการพยากรณ์การผลิตของบริษัทผลิตฉนวนกันความร้อน พบว่า สภาพปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ที่มีความผิดพลาดสูง ต่างจากความต้องการจริงของลูกค้า ทำให้บ้างเดือนมีการผลิตสินค้าเกินคามต้องการจริง ส่งผลให้เกิดสินค้าคงคลังเพิ่มมากขึ้น โดยสามารถอธิบายถึงสาเหตุหลักของปัญหาได้ดังนี้

1.1 การตัดสินใจในการสั่งผลิตสินค้าในแต่ละเดือนของบริษัทผลิตฉนวนกันความร้อน จะใช้ประสบการณ์จากฝ่ายการตลาดที่ให้ข้อมูลการวางแผนการขายในเดือนถัดไปเป็นตัวตัดสินใจในการวางแผนการผลิต

1.2 ไม่มีการนำข้อมูลในอดีตมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อช่วยในการตัดสินใจร่วมกับการใช้ประสบการณ์การทำงานของผู้มีหน้าที่วางแผนการผลิต

1.3 ปริมาณยอดขายสินค้าของบริษัท์มีความไม่แน่นอน เนื่องจากบริษัทผู้ซื้อมีอำนาจผูกขาดในการซื้อ ทำให้ในบางเดือนมียอดการขายสินค้าที่สูงมากกว่ายอดขายปกติทำให้การตัดสินใจในการสั่งผลิตในปริมาณที่สูง เพื่อป้องกันการเสียโอกาสหากมีความต้องการของลูกค้าที่สูง โดยไม่มีสิ่งช่วยในการตัดสินใจว่าจะผลิตมากหรือน้อยเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า

2. การศึกษารูปแบบข้อมูลของบริษัทและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมมินิแท็บ

จากการศึกษาที่มาของปัญหาและสาเหตุของบริษัทกรณีศึกษา ทำให้พบสาเหตุหลักของปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน ณ ปัจจุบัน คือ ข้อมูลการพยากรณ์ยอดขายสินค้าของบริษัทไม่มีความแม่นยำและไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ในการพยากรณ์ยอดขายสินค้าและเลือกตัวแบบที่เหมาะสม เพื่อจะนำไปแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยได้รวบรวมข้อมูลการขายสินค้าในอดีตของสินค้าฉนวนกันความร้อน ขนาด 8 มิลลิเมตร และนำมาวิเคราะห์รูปแบบของยอดขายที่เกิดขึ้นจริงของบริษัทในช่วงระยะเวลา 2 ปี 8 เดือน คือ ตั้งแต่เดือน มกราคม 2552 – สิงหาคม 2554 จากนั้นนำข้อมูลยอดขายสินค้าไปประยุกต์ใช้ใน

ตัวแบบต่างๆ เพื่อทดสอบหาความเหมาะสมของตัวแบบ และวัดค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ ด้วยการหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นระหว่างยอดขายจริงกับค่าพยากรณ์ โดยจะพิจารณาเลือกใช้ตัวแบบที่เหมาะสมจากค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด เพื่อนำตัวแบบดังกล่าวไปใช้กับการพยากรณ์ยอดขายในอนาคต

ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถอธิบายได้ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

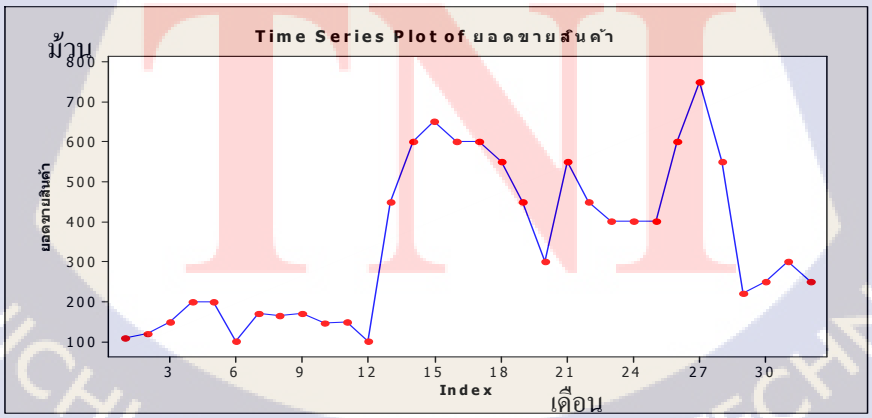
ขั้นตอนที่ 1

นำข้อมูลยอดขายมาตรวจสอบลักษณะหรือรูปแบบของข้อมูล ด้วยการแยกองค์ประกอบของข้อมูลยอดขายว่ามีองค์ประกอบใดบ้างใน 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ค่าแนวโน้ม (Trend)
2. ความผันแปรตามฤดูการ (Seasonal Variation)
3. ความผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical Variation)
4. ความผันแปรแบบผิดปกติ (Irregular Variation)

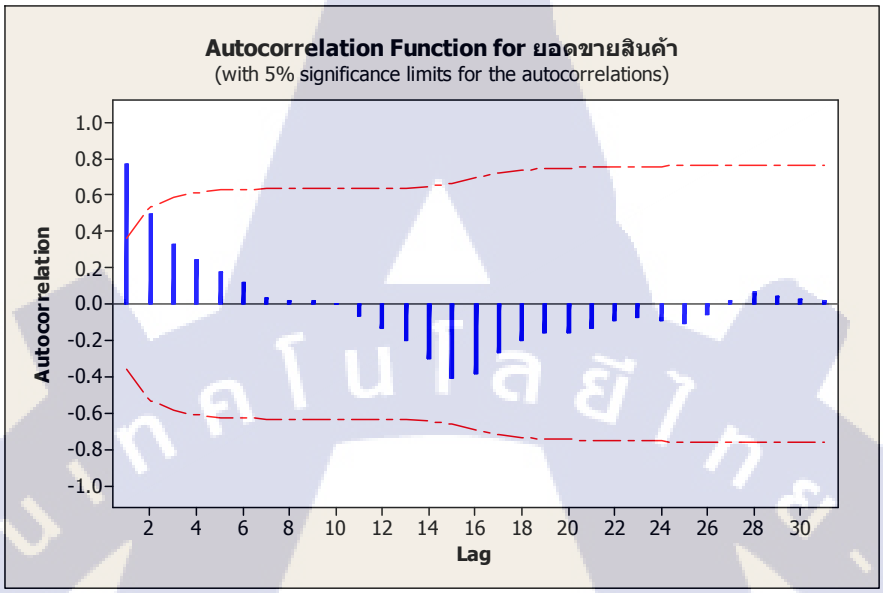
โดยเริ่มจากการทำการวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูลก่อนว่า มีลักษณะเป็นอย่างไร คือ มีแนวโน้มหรือฤดูกาลหรือไม่ เพื่อที่จะนำไปสู่ขั้นตอนการเลือกวิธีในการคำนวณให้มีความเหมาะสมกับรูปแบบและให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งผลของการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูลการขายสินค้า โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) ด้วยโปรแกรมมินิแท็บ Time Series Plot Function และ Autocorrelation Function

กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ Time Series Plot ของข้อมูลยอดขายสินค้าฉนวนกันความร้อน ขนาด 8 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูล



รูปที่ 11 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ Time Series Plot ของข้อมูลยอดขายสินค้าฉนวนกันความร้อน ขนาด 8 มิลลิเมตร

กราฟแสดงผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) ของข้อมูลยอดขายสินค้าฉนวนกันความร้อน ขนาด 8 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูล



รูปที่ 12 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของสินค้าฉนวนกันความร้อนขนาด 8 มิลลิเมตร

วิเคราะห์ค่าแน้วโน้ม (Trend)

จากการวิเคราะห์กราฟเส้นอนุกรมเวลาที่พิจารณาในช่วงเวลา t = 1, 2,...., n มีการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงค่าในลักษณะเพิ่มขึ้นใน Index ที่ 13 และเพิ่มขึ้นและลดลงในช่วง Index ที่ 15 ถึง Index ที่ 24 และเพิ่มขึ้นสูงสุดในIndex ที่ 27และเริ่มมีแนวโน้มลดลงจนถึง Indexที่ 32 ในปัจจุบัน ดังรูปที่ 11

ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function) มีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ และลดลงเข้าสู่ศูนย์อย่างช้าๆแสดงว่า อนุกรมเวลามีแนวโน้มหรือไม่สเตชันนารี และใน Lag ที่ 1ยังเลยเส้นยอมรับเส้นประ ดังรูปที่ 11

ความผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Variation)

จากการวิเคราะห์กราฟเส้นอนุกรมเวลาที่พิจารณาในช่วงเวลา t = 1, 2,...., n ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าในลักษณะที่คล้ายคลึงกันเป็นช่วงๆโดยแต่ละช่วงนานไม่เกิน 1 ปี ดังรูปที่ 11

ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function) มีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ และลดลงเข้าสู่ศูนย์อย่างช้าๆและไม่พบการขึ้นลงของค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองมีการขึ้นลงในช่วงเวลาของแต่ละปีเหมือนกัน จึงสรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลาไม่มีความผันแปรตามฤดูกาล ดังรูปที่ 12

ความผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical Variation) ความผันแปรแบบผิดปกติ (Irregular Variation)

จากการวิเคราะห์กราฟ รูปที่ 11 และ รูปที่ 12 ไม่มีความผิดปกติของข้อมูล เนื่องจากไม่พบว่าในกราฟมีจุดใดที่ยอดขายสูงหรือต่ำมากเกินไป นอกจากนี้ยังพบว่าข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาไม่มีความผันแปรตามวัฏจักรใดๆ

ขั้นตอนที่ 2

นำข้อมูลยอดขายในอดีตมาพยากรณ์การผลิตสินค้าด้วยตัวแบบที่เหมาะสมกับรูปแบบการขายสินค้าที่นำมาใช้ 2 วิธี คือ

1. วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing: SES)
2. วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)

วิธีที่ 1 การปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing)

เป็นการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก โดยให้น้ำหนักของข้อมูลในปัจจุบันมากที่สุดและน้ำหนักจะลดหลั่นกันไปแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล สำหรับค่าของข้อมูลที่ห่างไกลออกไปโดยมีค่าถ่วงน้ำหนักหรือสัมประสิทธิ์ปรับให้เรียบ (เรียกว่าค่าแอลฟา: α) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมเพราะง่าย และใช้ข้อมูลจำนวนน้อยกว่าการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก ซึ่งต้องใช้ข้อมูลในอดีต k ค่า และค่าถ่วงน้ำหนัก k ค่า เช่นกัน โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1-\alpha) F_t \quad (8)$$

= α (ข้อมูลในปัจจุบัน) + (1- α) (ค่าพยากรณ์ที่ผ่านมาล่าสุด)

จากสมการที่ (8) จะได้ $F_{t+1} = F_t + \alpha (Y_t - F_t)$ (9)

ทดลองหาค่าพยากรณ์ของยอดขายสินค้าในวิธีนี้ จะกำหนดค่าระดับคงที่ที่เป็นปัจจัยในการปรับเรียบ สำหรับค่าพยากรณ์ในครั้งนี้ทั้งหมด 9 ระดับโดยมีค่า α อยู่ระหว่าง $0.1 \leq \alpha \leq 0.9$ ตามตัวอย่างการคำนวณ $\alpha = 0.9$

ค่าเริ่มต้น คือ ยอดขายหกเดือนแรกเฉลี่ยมีค่า = 146.67

F1 = 110+120+150+200+200+100 = 880 / 6 = 146.67

F2 = 0.9*(110) + 0.1(146.67) = 113.66

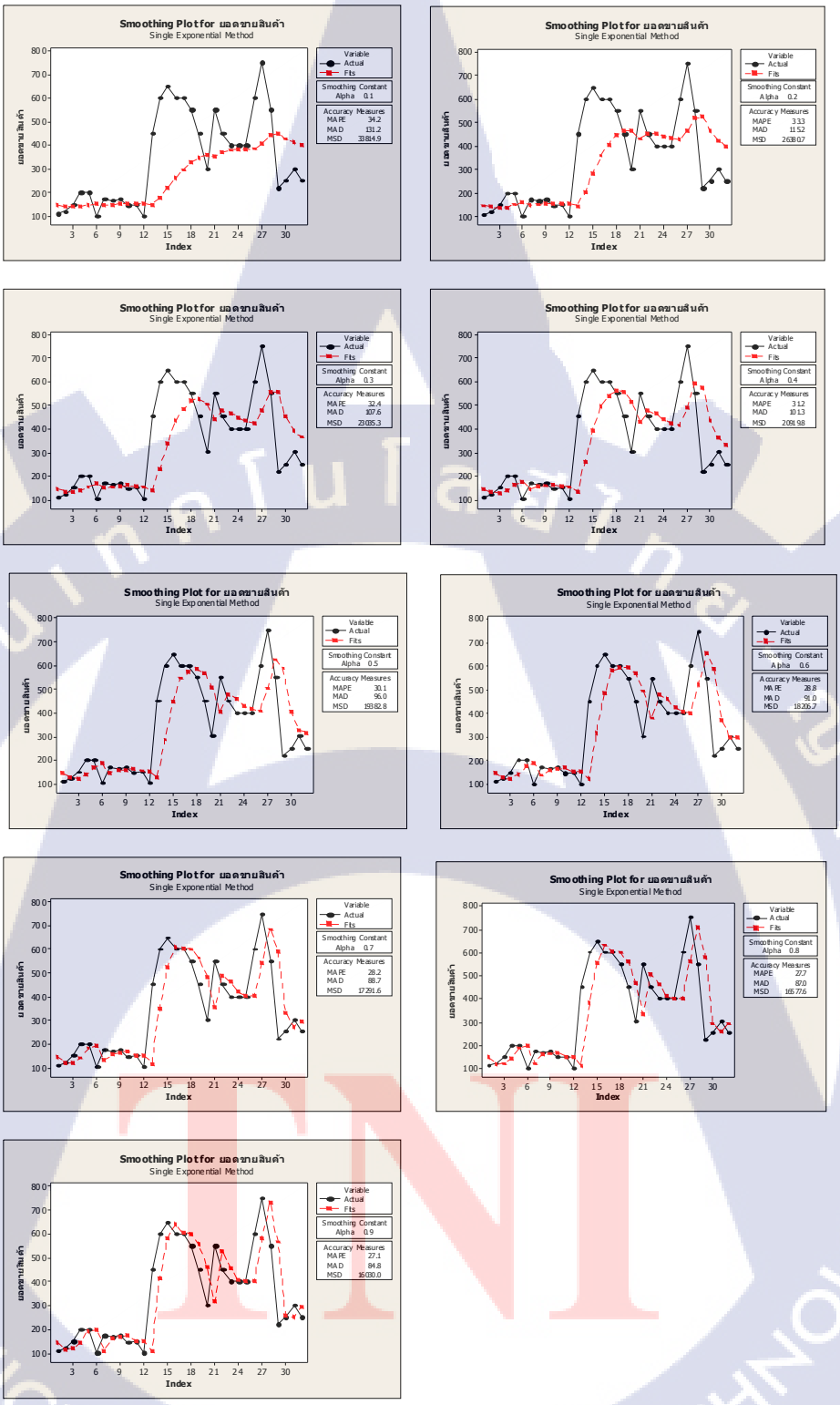
F3 = 0.9*(120) + 0.1*(113.66) = 119.37

F4 = 0.9*(150) + 0.1*(119.37) = 146.94

จากการประมาณการค่าแนวโน้มของการพยากรณ์ยอดขายสินค้า ด้วยโปรแกรม Minitab สามารถสรุปผลการประมาณค่าแนวโน้มที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน ได้จากวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่ายทั้ง 9 ตัวแบบ ที่ระดับคงที่ (Alpha α) ทั้ง 9 ค่า ตามข้อมูลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าการประมาณค่าแนวโน้มของการพยากรณ์ของยอดขายสินค้าที่ระดับคงที่ (Alpha α) ทั้ง 9 ค่า

		Single Exponential Smoothing								
เดือน	ยอดขายสินค้า	Alpha 0.1	Alpha 0.2	Alpha 0.3	Alpha 0.4	Alpha 0.5	Alpha 0.6	Alpha 0.7	Alpha0.8	Alpha 0.9
1	110	146.67	146.67	146.67	146.67	146.67	146.67	146.67	146.67	146.67
2	120	143.00	139.33	135.67	132.00	128.33	124.67	121.00	117.33	113.67
3	150	140.70	135.47	130.97	127.20	124.17	121.87	120.30	119.47	119.37
4	200	141.63	138.37	136.68	136.32	137.08	138.75	141.09	143.89	146.94
5	200	147.47	150.70	155.67	161.79	168.54	175.50	182.33	188.78	194.69
6	100	152.72	160.56	168.97	177.08	184.27	190.20	194.70	197.76	199.47
7	170	147.45	148.45	148.28	146.25	142.14	136.08	128.41	119.55	109.95
8	165	149.70	152.76	154.80	155.75	156.07	156.43	157.52	159.91	163.99
9	171	151.23	155.21	157.86	159.45	160.53	161.57	162.76	163.98	164.90
10	145	153.21	158.36	161.80	164.07	165.77	167.23	168.53	169.60	170.39
11	150	152.39	155.69	156.76	156.44	155.38	153.89	152.06	149.92	147.54
12	100	152.15	154.55	154.73	153.86	152.69	151.56	150.62	149.98	149.75
13	450	146.93	143.64	138.31	132.32	126.35	120.62	115.19	110.00	104.98
14	600	177.24	204.91	231.82	259.39	288.17	318.25	349.56	382.00	415.50
15	650	219.52	283.93	342.27	395.63	444.09	487.30	524.87	556.40	581.55
16	600	262.57	357.15	434.59	497.38	547.04	584.92	612.46	631.28	643.15
17	600	296.31	405.72	484.21	538.43	573.52	593.97	603.74	606.26	604.32
18	550	326.68	444.57	518.95	563.06	586.76	597.59	601.12	601.25	600.43
19	450	349.01	465.66	528.26	557.83	568.38	569.03	565.34	560.25	555.04
20	300	359.11	462.53	504.79	514.70	509.19	497.61	484.60	472.05	460.50
21	550	353.20	430.02	443.35	428.82	404.60	379.05	355.38	334.41	316.05
22	450	372.88	454.02	475.34	477.29	477.30	481.62	491.61	506.88	526.61
23	400	380.59	453.21	467.74	466.38	463.65	462.65	462.48	461.38	457.66
24	400	382.53	442.57	447.42	439.83	431.82	425.06	418.75	412.28	405.77
25	400	384.28	434.06	433.19	423.90	415.91	410.02	405.62	402.46	400.58
26	600	385.85	427.25	423.24	414.34	407.96	404.01	401.69	400.49	400.06
27	750	407.27	461.80	476.26	488.60	503.98	521.60	540.51	560.10	580.01
28	550	441.54	519.44	558.39	593.16	626.99	658.64	687.15	712.02	733.00
29	220	452.39	525.55	555.87	575.90	588.49	593.46	591.15	582.40	568.30
30	250	429.15	464.44	455.11	433.54	404.25	369.38	331.34	292.48	254.83
31	300	411.23	421.55	393.58	360.12	327.12	297.75	274.40	258.50	250.48
32	250	400.11	397.24	365.50	336.07	313.56	299.10	292.32	291.70	295.05
Grand Total	11,101.00	8,716.69	9,995.37	10,487.05	10,713.56	10,830.77	10,896.04	10,935.24	10,961.41	10,981.18



รูปที่ 13 กราฟเปรียบแทบระหว่างค่าการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing: SES)

ตารางที่ 4 แสดงผลลัพธ์ค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing: SES) ตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 เกณฑ์

Smoothing Constants		MAPE	MAD	MSE
Alpha (α)				
Alpha	0.1	34.2	131.2	33814.9
Alpha	0.2	33.3	115.2	26380.7
Alpha	0.3	32.4	107.6	23035.3
Alpha	0.4	31.2	101.3	20919.8
Alpha	0.5	30.1	96	19382.8
Alpha	0.6	28.8	91	18206.7
Alpha	0.7	28.2	88.7	17291.6
Alpha	0.8	27.7	87	16577.6
Alpha	0.9	27.1	84.8	16030

<u>วิธีที่ 2</u> การปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) (Exponential Smoothing with Trend-adjust Method) 2 พารามิเตอร์ ซึ่งจะเป็นการปรับให้เรียบทั้งค่าเฉลี่ยและแนวโน้ม และสามารถหาค่าพยากรณ์โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$F_{t+1} = S_t + b_t \quad (10)$$

เมื่อ $S_t = \alpha Y_t + (1- \alpha)(S_{t-1}+b_{t-1})$ (11)

และ $b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1- \gamma) b_{t-1}$ (12)

โดยที่ S_t = ค่าเฉลี่ยอนุกรมเวลา ณ เวลา t ปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โพเนเชียล

b_t = ค่าเฉลี่ยแนวโน้ม ณ เวลา t ปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเพเชียล

α = พารามิเตอร์ปรับให้เรียบของค่าเฉลี่ย ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

γ = พารามิเตอร์ปรับให้เรียบของแนวโน้ม ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

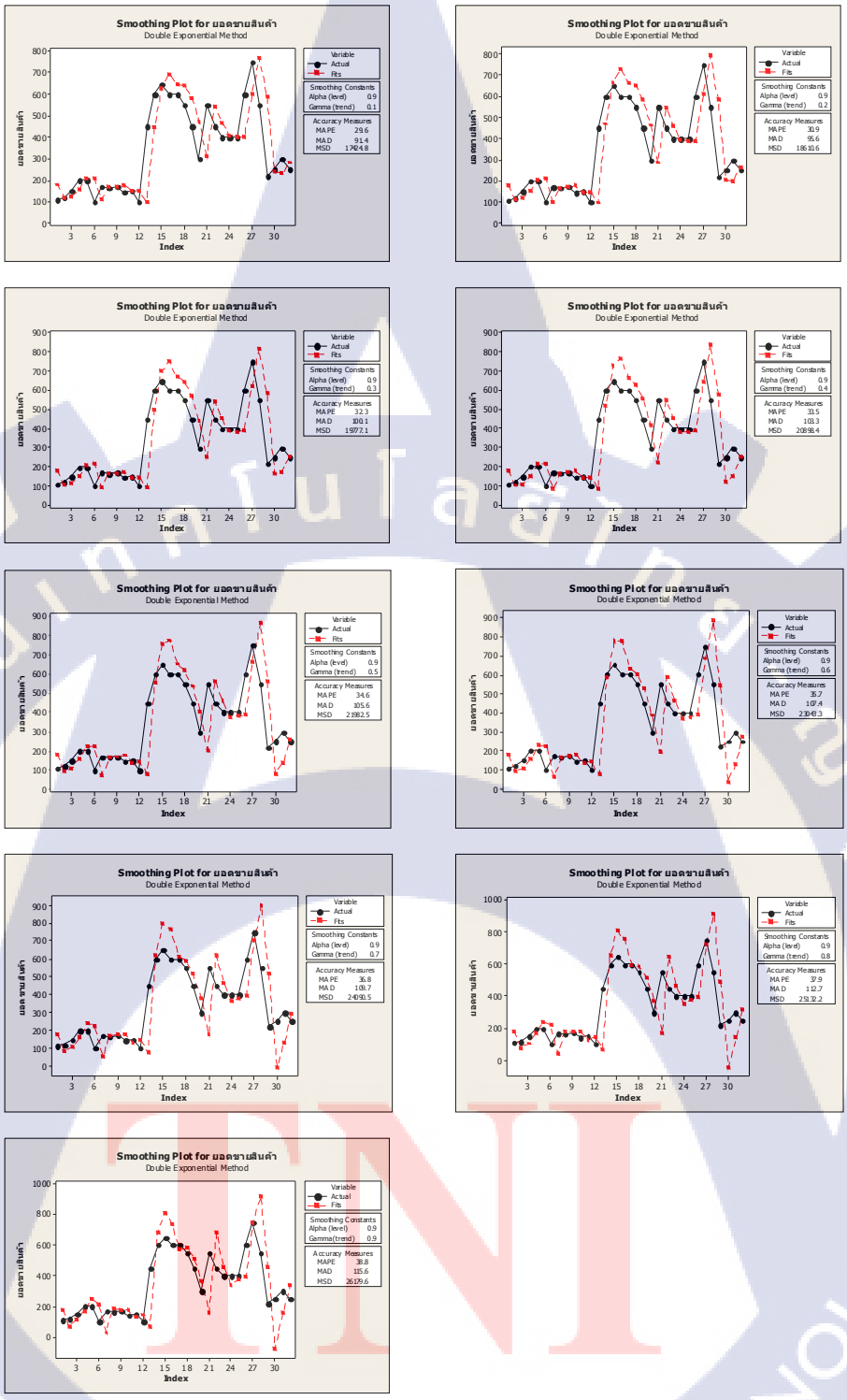
F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+1

ทดลองหาค่าพยากรณ์ของยอดขายสินค้าในวิธีนี้ จะกำหนดค่าระดับคงที่ที่เป็นปัจจัยในการปรับเรียบของค่าเฉลี่ย สำหรับค่าพยากรณ์ในครั้งนี้ทั้งหมด 9 ระดับ โดยมีค่า α อยู่ระหว่าง $0.1 \leq \alpha \leq 0.9$ และกำหนดค่าระดับคงที่ที่เป็นปัจจัยในการปรับเรียบของค่าแนวโน้มสำหรับค่าพยากรณ์ในครั้งนี้ทั้งหมด 9 ระดับโดยมีค่า γ อยู่ระหว่าง $0.1 \leq \alpha \leq 0.9$

จากการปรับให้เรียบทั้งค่าเฉลี่ยและแนวโน้มของการพยากรณ์ยอดขายสินค้า ด้วยโปรแกรม Minitab สามารถสรุปผลการประมาณค่าเฉลี่ยและแนวโน้มที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน ได้จากวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้งทั้ง 81 ตัวแบบ ที่ระดับคงที่ (Alpha α) ทั้ง 9 ค่า และ (Gamma γ) ทั้ง 9 ค่า โดยจะแสดงให้เห็นในภาคผนวก ค

ตารางที่ 5 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพแนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.9 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

เดือน	ยอดขายสินค้า	Alpha 0.9								
		Gamma 0.1	Gamma 0.2	Gamma 0.3	Gamma 0.4	Gamma 0.5	Gamma 0.6	Gamma 0.7	Gamma 0.8	Gamma 0.9
1	110	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36
2	120	121.45	115.12	108.78	102.45	96.12	89.79	83.46	77.12	70.79
3	150	124.43	118.47	113.66	109.98	107.44	106.05	105.79	106.67	108.69
4	200	154.03	151.48	150.96	152.14	154.73	158.41	162.87	167.82	172.94
5	200	206.12	208.52	212.93	218.59	224.83	231.10	236.97	242.11	246.28
6	100	210.78	212.69	215.63	218.54	220.67	221.58	221.09	219.22	216.13
7	170	111.28	102.82	94.68	85.86	75.95	64.97	53.21	41.09	29.05
8	165	169.61	166.93	165.92	165.88	166.80	169.03	173.00	179.09	187.51
9	171	170.53	168.49	168.30	169.07	170.58	172.76	175.44	178.25	180.62
10	145	176.07	174.50	174.67	175.48	176.54	177.58	178.29	178.34	177.54
11	150	150.42	146.39	143.89	141.75	139.55	137.07	134.20	130.95	127.47
12	100	152.32	148.73	146.96	145.85	145.05	144.50	144.25	144.43	145.21
13	450	102.80	95.19	89.59	84.75	80.33	76.21	72.38	68.79	65.36
14	600	444.10	468.70	496.16	525.13	555.21	586.23	618.09	650.70	683.93
15	650	627.26	664.69	699.86	731.12	757.85	779.67	796.27	807.39	812.80
16	600	692.62	726.64	751.77	767.52	774.58	773.99	766.94	754.74	738.82
17	600	645.82	665.04	670.98	665.85	652.69	634.47	613.83	593.06	573.98
18	550	637.02	647.17	643.74	631.98	616.79	601.90	589.81	581.89	578.57
19	450	583.31	582.90	570.70	554.08	538.15	525.62	517.33	512.81	510.89
20	300	475.94	462.55	440.81	418.82	400.62	387.16	377.66	370.68	364.80
21	550	314.37	286.25	254.80	227.52	206.59	191.25	179.77	170.58	162.70
22	450	544.42	541.10	540.90	549.48	566.72	590.38	618.23	648.75	681.20
23	400	468.92	460.19	454.97	455.86	460.21	464.49	466.09	463.47	455.78
24	400	410.17	396.26	386.54	381.39	377.46	372.08	364.24	354.24	343.06
25	400	403.38	390.54	383.33	380.64	379.33	377.91	376.58	376.27	377.91
26	600	402.40	391.67	387.51	387.54	388.82	390.42	392.57	395.56	399.29
27	750	600.08	609.28	625.30	644.71	664.80	684.85	704.85	724.68	744.00
28	550	768.34	791.37	817.75	843.33	865.74	884.47	899.52	910.82	918.33
29	220	585.52	586.14	584.70	577.60	563.75	543.82	518.79	489.64	457.42
30	250	237.34	202.71	165.93	125.29	81.86	37.89	-4.52	-43.62	-77.98
31	300	230.66	199.88	173.75	151.95	136.34	128.84	130.50	141.46	161.14
32	250	281.23	262.62	253.62	252.92	260.43	275.36	295.79	319.12	342.53
Grand Total	11,101.00	11,383.09	11,325.37	11,269.44	11,223.43	11,186.87	11,160.19	11,143.63	11,136.47	11,137.15



รูปที่ 14 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.9 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

ตารางที่ 6 แสดงผลลัพธ์ค่าความคลาดเคลื่อนของวิธี Double Exponential Smoothing Method ตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 เกณฑ์

Smoothing Constants		MAPE	MAD	MSD	Smoothing Constants		MAPE	MAD	MSD
Alpha	Gamma				Alpha	Gamma			
α	γ				α	γ			
0.1	0.1	48.00	139.90	32431.30	0.5	0.6	37.50	119.90	27641.90
0.1	0.2	49.20	147.10	36674.60	0.5	0.7	37.90	121.00	28476.00
0.1	0.3	49.30	150.90	39168.70	0.5	0.8	38.50	123.30	29307.80
0.1	0.4	48.50	153.50	39797.50	0.5	0.9	39.00	124.60	30227.80
0.1	0.5	46.50	151.20	39398.70	0.6	0.1	32.20	99.70	19829.40
0.1	0.6	43.70	146.30	38969.50	0.6	0.2	32.60	102.90	21150.80
0.1	0.7	42.00	145.90	39147.40	0.6	0.3	33.60	106.50	22502.00
0.1	0.8	40.80	146.70	40118.70	0.6	0.4	34.60	109.70	23740.60
0.1	0.9	40.70	149.70	41773.70	0.6	0.5	35.20	111.80	24838.70
0.2	0.1	42.90	129.50	28599.30	0.6	0.6	35.70	113.50	25860.50
0.2	0.2	41.70	131.00	29898.80	0.6	0.7	36.40	115.30	26880.50
0.2	0.3	39.90	130.40	30489.30	0.6	0.8	37.70	118.00	27942.60
0.2	0.4	38.90	131.50	31762.70	0.6	0.9	39.10	120.90	29049.70
0.2	0.5	38.80	133.80	33963.20	0.7	0.1	31.30	97.20	18812.90
0.2	0.6	39.90	138.50	36849.60	0.7	0.2	31.70	99.80	20072.40
0.2	0.7	41.80	144.30	40168.90	0.7	0.3	32.40	102.00	21325.30
0.2	0.8	44.00	150.00	43678.20	0.7	0.4	33.00	104.40	22497.70
0.2	0.9	46.30	155.40	47091.50	0.7	0.5	34.30	107.90	23597.30
0.3	0.1	38.40	117.90	25113.70	0.7	0.6	35.70	111.40	24665.20
0.3	0.2	36.70	116.10	26309.50	0.7	0.7	37.00	114.30	25727.50
0.3	0.3	36.00	116.40	27938.30	0.7	0.8	38.00	116.30	26783.70
0.3	0.4	36.00	118.20	30230.30	0.7	0.9	38.70	117.40	27817.60
0.3	0.5	38.30	125.20	32812.80	0.8	0.1	30.30	94.00	18023.90
0.3	0.6	40.60	133.70	35259.50	0.8	0.2	30.30	95.30	19238.40
0.3	0.7	42.70	142.00	37235.10	0.8	0.3	31.90	100.30	20435.60
0.3	0.8	44.10	147.30	38580.80	0.8	0.4	33.50	104.60	21573.10
0.3	0.9	44.80	149.70	39319.70	0.8	0.5	34.80	107.60	22661.50
0.4	0.1	35.30	108.60	22822.60	0.8	0.6	35.80	109.70	23718.60
0.4	0.2	34.50	108.80	24221.80	0.8	0.7	36.50	111.00	24752.40
0.4	0.3	34.80	111.60	25986.10	0.8	0.8	37.70	113.10	25760.50
0.4	0.4	35.80	116.20	27889.70	0.8	0.9	38.70	115.20	26739.30
0.4	0.5	37.80	123.60	29560.70	0.9	0.1	29.60	91.40	17424.80
0.4	0.6	39.50	129.60	30808.50	0.9	0.2	30.90	95.60	18610.60
0.4	0.7	40.50	132.60	31644.70	0.9	0.3	32.30	100.10	19777.10
0.4	0.8	40.70	132.60	32193.50	0.9	0.4	33.50	103.30	20898.40
0.4	0.9	40.60	313.50	32605.40	0.9	0.5	34.60	105.60	21982.50
0.5	0.1	33.30	102.70	21135.20	0.9	0.6	35.70	107.40	23043.30
0.5	0.2	33.20	105.00	22528.10	0.9	0.7	36.80	109.70	24090.50
0.5	0.3	34.10	109.00	24063.40	0.9	0.8	37.90	112.70	25132.20
0.5	0.4	35.70	114.90	25501.80	0.9	0.9	38.80	115.60	26179.60
0.5	0.5	36.90	118.70	26687.20					

ขั้นตอนที่ 3

ดำเนินการวัดความถูกต้องของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธีหลักในตัวแบบทุกตัวที่ดำเนินการพยากรณ์ค่าไปในขั้นตอนที่ผ่านมา ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาและวิเคราะห์ความถูกต้องของตัวแบบ เพื่อเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุดและมีความเหมาะสมมากที่สุด โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุดจาก 2 ใน 3 ค่า และค่าที่ใช้วัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จะสามารถวัดได้จาก 3 วิธี ดังนี้

ตารางที่ 7 แสดงผลสรุปการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของสินค้า

ประเภทสินค้า	วิธีการพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อนตามเกณฑ์		
		MAPE	MAD	MSE
ฉนวน ขนาด 8 มิลลิเมตร	(Simple Exponential Smoothing)(α=0.9)	27.1	84.8	16030
	(Double Exponential Smoothing Method)(α=0.9)(γ=0.1)	29.60	91.40	17424.80

จากตารางที่ 7 ได้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์แต่ละวิธีของยอดขายสินค้าจึงนำมาวิเคราะห์เลือกตัวแบบ โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธีพิจารณาว่าวิธีใดที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 เกณฑ์ของ การพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี

สามารถอธิบายสรุปผลการเลือกตัวแบบการพยากรณ์ได้ว่า การวิเคราะห์เลือกตัวแบบในการพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ MAPE ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดจะเลือกใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่ายเพราะเป็นวิธีการพยากรณ์ยอดขายให้ค่าความคลาดเคลื่อนตามเกณฑ์ MAPE น้อยที่สุดโดยมีค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 27.1

หากทำการวิเคราะห์เลือกตัวแบบในการพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ MAD ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดก็เลือกใช้วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบง่าย เพราะเป็นวิธีการพยากรณ์ยอดขายสินค้าให้ค่าความคลาดเคลื่อนตามเกณฑ์ MAD น้อยที่สุด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 84.8

หากทำการวิเคราะห์เลือกตัวแบบในการพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ MSE ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดก็เลือกใช้วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย เพราะเป็นวิธีการพยากรณ์ยอดขายสินค้าให้ค่าความคลาดเคลื่อนตามเกณฑ์ MSE น้อยที่สุด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 16030

3. ทดสอบและวิเคราะห์แก้ไขการดำเนินงานให้สอดคล้องกับการนำไปใช้งาน

หลังจากวิเคราะห์เลือกตัวแบบในการพยากรณ์แล้ว ได้นำตัวแบบการพยากรณ์ที่วิเคราะห์ได้ไปใช้งานจริงกับระบบวางแผนการผลิต กับผู้วางแผนการผลิตและได้ทำการเปรียบเทียบค่าการพยากรณ์ระหว่างการวางแผนของฝ่ายวางแผนการผลิต กับแผนการผลิตจากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบการพยากรณ์ วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่ายของเดือนกันยายน 2554 ถึง เดือนมกราคม 2555 ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตาราง ที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงผลลัพธ์การเปรียบเทียบระหว่างการวางแผนของฝ่ายวางแผนการผลิตกับยอดขายจริง

ประเภทสินค้า	เดือน/ปี	ยอดขายจริง (ม้วน)	สต็อกคงคลัง	ยอดการสั่งผลิตของฝ่ายวางแผน	ยอดรวมการสั่งผลิตของฝ่ายวางแผน	ผลต่างของการพยากรณ์
ฉนวนกันความร้อนขนาด 8 มิลลิเมตร	ก.ย. 54	250	50	250	300	50
	ต.ค. 54	200	50	250	300	100
	พ.ย. 54	200	100	150	250	50
	ธ.ค. 54	300	50	300	350	50
	ม.ค. 55	350	50	350	400	50
รวม		1,300	300	1,300	1,600	300

จากตารางที่ 3.6 พบว่ายอดขายจริงในเดือนกันยายน 2554 ถึง เดือนมกราคม 2555 มียอดขายสินค้าจริงรวม 1,300 ม้วน แต่มีการสั่งผลิตสินค้าของฝ่ายวางแผนการผลิตทั้งหมด 1,600 ม้วน ซึ่งมีผลต่างระหว่างยอดขายจริงกับการสั่งผลิต เท่ากับ 300 ม้วน คิดเป็นต้นทุนมูลค่าประมาณ 1,200,000 บาท จะเห็นได้ว่ามีการสั่งผลิตสินค้ามากเกินความต้องการจริงเท่ากับ 300 ม้วน ส่งผลให้บริษัทต้องเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตสินค้าเกินความต้องการของลูกค้า มีค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้าคงคลัง และค่าเสื่อมราคาของสินค้า

ตารางที่ 9 แสดงผลลัพธ์การเปรียบเทียบระหว่างยอดขายจริงกับการพยากรณ์ด้วยระบบวางแผนการผลิต ที่ใช้การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่ายในการพยากรณ์แผนการผลิตสินค้า

ประเภทสินค้า	เดือน/ปี	ยอดขายจริง (ม้วน)	สต็อกคงคลัง	การพยากรณ์ด้วยระบบวางแผนการผลิต	ยอดรวมการพยากรณ์ด้วยระบบวางแผนการผลิต	ผลต่างของการพยากรณ์
ฉนวนกันความร้อน ขนาด 8 มม.	ก.ย. 54	250	50	200	250	0
	ต.ค. 54	200	0	260	260	60
	พ.ย. 54	200	60	220	280	80
	ธ.ค. 54	300	80	220	300	0
	ม.ค. 55	350	0	320	320	-30
รวม		**1,300**	**190**	**1,220**	**1,410**	**110**

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าการพยากรณ์จากประสบการณ์ของผู้วางแผนกับการพยากรณ์ด้วยระบบวางแผนการผลิต ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย

ประเภทสินค้า	เดือน/ปี	ยอดขายจริง (ม้วน)	ยอดการสั่งผลิตของฝ่ายวางแผน	การพยากรณ์ด้วยระบบวางแผนการผลิต
ฉนวนกันความร้อน ขนาด 8mm.	ก.ย. 54	250	300	250
	ต.ค. 54	200	300	260
	พ.ย. 54	200	250	280
	ธ.ค. 54	300	350	300
	ม.ค. 55	350	400	320
รวม		**1,300**	**1,600**	**1,410**

จากตารางที่ 10 จะพบว่า ยอดขายจริงของเดือนกันยายน 2554 ถึง เดือนมกราคม 2555 มียอดขายทั้งหมด 1,300 ม้วน และมีการพยากรณ์การผลิตด้วยระบบวางแผนการผลิต โดยมีผลการพยากรณ์การสั่งผลิตทั้งหมด 1,410 ม้วน ซึ่งมีผลต่างระหว่างยอดขายจริงกับค่าการพยากรณ์การผลิตเท่ากับ 110 ม้วน คิดเป็นเงินต้นทุนมูลค่าประมาณ 440,000 บาท จะเห็น

ได้ว่าผลการพยากรณ์การผลิตสินค้าใกล้เคียงกับความต้องการของลูกค้าส่งผลให้ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าและค่าเสื่อมราคาลดลง

4. สรุปผลและนำเสนอการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานสามารถสรุปได้ว่า การพยากรณ์ด้วยการวิเคราะห์ตัวแบบในการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด จะขึ้นอยู่กับเกณฑ์การตัดสินใจของการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละเกณฑ์ว่าจะใช้เกณฑ์ใดเป็นหลัก จากผลการศึกษาพบว่าตัวแบบที่ให้ผลค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย ทั้งเกณฑ์ MAPE, MAD, MSE ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้สำหรับการวางแผนการผลิตสินค้าฉนวนกันความร้อนผลิตเพื่อเก็บสต๊อก ต้องใช้ตัวแบบวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing Method) เพื่อใช้ในการวางแผนในระบวางแผนการผลิต และจากตารางที่ 10 สามารถกล่าวได้ว่า การพยากรณ์ด้วยตัวแบบในการพยากรณ์ที่นำไปใช้ในระบบวางแผนการผลิต สามารถพยากรณ์ได้ใกล้เคียงกับยอดการขายจริงมากกว่าการพยากรณ์ด้วยประสบการณ์ของผู้วางแผนเพียงอย่างเดียว ซึ่งการพยากรณ์ด้วยตัวแบบการพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย ให้ค่าผลต่างกับยอดขายจริงเท่ากับ 110 ม้วน แต่การสั่งด้วยประสบการณ์ของผู้วางแผนการผลิตตัดสินใจให้ค่าผลต่างกับยอดขายจริง เท่ากับ 300 ม้วน

<u>สรุป</u>

ผลลัพธ์ของการดำเนินงานในครั้งนี้ การวิเคราะห์ตัวแบบในการพยากรณ์ที่ดีที่สุดเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้า และแนวทางในการตัดสินใจ แสดงถึงความแตกต่างระหว่างการใช้ประสบการณ์ของผู้วางแผนเพียงอย่างเดียว กับการใช้ตัวแบบการพยากรณ์ที่วิเคราะห์ด้วยระบบวางแผนการผลิต เพื่อใช้เป็นแนวทางช่วยในการตัดสินใจวางแผนก่อนสั่งผลิตสินค้า

บทที่ 4
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

สารนิพนธ์เรื่องการศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series) เพื่อการวางแผนการผลิตสินค้าฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีการพยากรณ์โดยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) เพื่อหาตัวแบบในการพยากรณ์ที่ดีที่สุดเพื่อใช้ในการพยากรณ์การวางแผนการผลิตของฝ่ายวางแผนการผลิตฉนวนกันความร้อน ให้สอดคล้องกับระบบวางแผนการผลิต โดยการวิเคราะห์ข้อมูลการขายในอดีตของสินค้าฉนวนกันความร้อน ขนาด 8 มิลลิเมตร มาวิเคราะห์ จากการศึกษารูปแบบการพยากรณ์ของบริษัท พบว่า มีปัญหาที่สำคัญ คือ การตัดสินใจในการวางแผนการผลิตสินค้าในแต่ละเดือนของบริษัทตัวอย่าง ใช้การพยากรณ์ยอดขายจากฝ่ายการตลาดและผู้มีอำนาจหน้าที่ในการตัดสินใจวางแผนการผลิต โดยทำการวางแผนการผลิตอีกครั้งจากประสบการณ์การทำงานของผู้วางแผน โดยไม่ใช้ข้อมูลยอดขายในอดีตมาพิจารณาทางสถิติ เพื่อช่วยในการตัดสินใจอีกทางหนึ่ง และอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยในการวางแผนการผลิตให้แม่นยำมากขึ้น คือ การวิเคราะห์หาตัวแบบในการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด โดยการวิเคราะห์ตัวแบบต่างๆ จากข้อมูลยอดขายมาช่วยในการพยากรณ์ด้วยระบบวางแผนการผลิต เพื่อให้ผู้มีอำนาจหน้าที่ในการตัดสินใจสั่งผลิตสินค้าได้ตามจำนวนที่รองรับปริมาณความต้องการของลูกค้าได้เพียงพอ และไม่ทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังมีมากจนเกินต้นทุนในการจัดเก็บ

สรุปผลการศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา เพื่อหาตัวแบบในการพยากรณ์มาสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนการผลิตสินค้าด้วยระบบวางแผนการผลิต นำไปใช้จริงกับบริษัทผลิตฉนวนกันความร้อน

จากการวิเคราะห์หาตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุดจากการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาของบริษัทผลิตฉนวนกันความร้อนในเดือนกันยายน 2554 ถึง มกราคม 2555 ผลการใช้ตัวแบบในการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย มาทำการพยากรณ์สินค้าในระบบวางแผนการผลิต ของบริษัทผลิตฉนวนกันความร้อน สามารถพยากรณ์การผลิตสินค้ารวมทั้งหมด 1,410 ม้วน เมื่อเปรียบเทียบกับยอดขายจริงของบริษัทที่สรุปของเดือนกันยายน 2554 ถึงมกราคม 2555 มียอดขายรวมทั้งสิ้น 1,300 ม้วน ซึ่งมีผลต่างของยอดขายจริงกับค่าการพยากรณ์ด้วยตัวแบบการพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่ายในระบบการวางแผนการผลิต เท่ากับ 110 ม้วน คิดเป็นมูลค่า 440,000 บาท จะเห็นว่าได้ผลการพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงกับ ความต้องการของลูกค้า ซึ่งส่งผลให้ปริมาณต้นทุนในการจัดเก็บและค่าเสื่อมราคาลดลง แต่เมื่อเทียบกับ การพยากรณ์จากประสบการณ์ของผู้วางแผนเองใน

เดือนกันยายน 2554 ถึง มกราคม 2555 เท่ากับ 1,600 ม้วน ซึ่งมีผลต่างกับยอดการขายจริงของเดือนกันยายน 2554 ถึง มกราคม 2555 เท่ากับ 300 ม้วน คิดเป็นต้นทุนมูลค่า 1,200,000 บาท ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการผลิตสินค้าที่เกินความต้องการของลูกค้า และเกิดต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าที่รอการขายเป็นสินค้าคงคลัง และค่าเสื่อมราคาของสินค้าด้วยวิธีการพยากรณ์แบบปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่ายพยากรณ์

จากการวิเคราะห์เลือกตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา ที่นำมาใช้ในการหาตัวแบบที่ดีที่สุดในการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับสินค้าประเภทฉนวนกันความร้อน จะได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับยอดขายจริงมากกว่าการพยากรณ์ด้วยการใช้ประสบการณ์ของผู้วางแผนเอง จึงสรุปได้ว่าการใช้การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาที่ได้ศึกษา จนได้ตัวแบบวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่ายที่ใช้ในการพยากรณ์ สามารถช่วยในการตัดสินใจของผู้วางแผนการผลิตในการสั่งผลิตสินค้าในแต่ละช่วงเวลา และสามารถใช้กับสินค้าใหม่ที่จะมีการผลิตในอนาคตด้วย

ข้อดีและข้อเสียของการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา

ข้อดี

1. สามารถใช้ในการพยากรณ์การผลิตได้ โดยการใช้ข้อมูลการขายในอดีตน้อยง่าย ค่าใช้จ่ายไม่แพงสำหรับการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย
2. การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย สามารถแสดงผลลัพธ์ที่คำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด
3. สามารถใช้ได้กับข้อมูลในอดีตที่มีลักษณะแนวโน้มที่ให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด
4. มีวิธีการพยากรณ์ให้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับข้อมูลหลายแบบ ทั้งที่เป็นแนวโน้มแบบฤดูกาลและไม่มีแนวโน้มแบบไม่มีฤดูกาล หรือไม่มีแนวโน้มเป็นแบบฤดูกาล และมีแนวโน้มแบบไม่เป็นฤดูกาล

ข้อเสีย

1. การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาต้องใช้ข้อมูลในการขายในอดีต เป็นฐานข้อมูลของสินค้า เท่านั้นไม่สามารถใช้ข้อมูลจากภายนอกได้
2. ต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลนานในการที่จะมาทำการใช้การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา

ข้อเสนอแนะ

การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาเป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่นิยมใช้กันมาก เพราะเป็นการพยากรณ์ที่สามารถบอกถึงค่าการพยากรณ์ในเชิงตัวเลขทำให้ง่ายต่อการประเมินผล ดังนั้นการพยากรณ์วิธีนี้ จะต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีตให้มากพอซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ยิ่งมากเท่าใด ผลการวิเคราะห์ก็จะมีความถูกต้องใกล้เคียงความจริงมากขึ้นเท่านั้น

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ชุมพล ศฤงคารศิริ. (2545). **การวางแผนและควบคุมการผลิต.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

พิภพ ลลิตาภรณ์. (2549). **ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ศูนย์การจัดการโลจิสติกส์. (2549). **เทคนิคการพยากรณ์.** กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ยศนันท์ ศุภพิบูลย์กุล; และธนัญญา วสุศรี. (2552). **การพยากรณ์และการวางแผนการผลิตรวมกรณีศึกษา บริษัทผู้ผลิตน้ำมันถั่วเหลือง.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการโลจิสติกส์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ณัทธร ทิบุญ; และเจษฎา เย็นจะบก. (2551). การ**จัดการทรัพยากรเพื่อการผลิตโดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วัชรินทร์ เปียสกุล. (2549). **การพยากรณ์และการวางแผนการผลิตรวม กรณีศึกษาบริษัทผลิตกะทิสด.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการโลจิสติกส์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุพรรณี อึ้งปัญสัตวงศ์. (2551). **การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป.** (เอกสารประกอบการสอน). ขอนแก่น : ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Abdul Talib Bon; and Chong Yi Leng. (2009). The Fundamental on Demand Forecasting in Inventory Management. **Australian Journal of Basic Applied Sciences.** 3 (4) : 3,937 – 3,943.

E. Stoimenova; K. Prodanova; and R. Prodanova. (2007). Forecasting Electricity Demand by Time Series Models. Applications of Mathematics in Engineering and Economics' 33 : 33rd International Conference. **AIP Conference Proceedings.** 946 : 81 - 88.

J. D. Bermudez; J. V. Segura; and E. Vercher. (2006). A Decision Support System Methodology for Forecasting of Time Series Based on Soft Computing. **Computational Statistics & Data Analysis.** 51 (2006) : 177 – 191.

Jay Heizer; and Barry Render. (2008). **Operations Management.** 9th ed. New Jersey: Pearson & Prentice Hall.

Mark M. Davis; Nicholas J. Aquilano; and Richard B. Chase. (2003). **Fundamentals of Operations Management.** 4th ed. New York : McGraw-Hill.

Steven Nahmias. (2005). **Production and Operation Analysis.** 5th ed. Singapore : McGraw-Hill.

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY
TNI

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ยอดขายสินค้าฉนวนกันความร้อน

ตารางที่ 11 แสดงยอดขายสินค้าฉนวนกันความร้อน ขนาด 8 มิลลิเมตร

ลำดับที่	เดือน/ปี	ยอดขายสินค้า
1	01/2552	110
2	02/2552	120
3	03/2552	150
4	04/2552	200
5	05/2552	200
6	06/2552	100
7	07/2552	170
8	08/2552	165
9	09/2552	171
10	10/2552	145
11	11/2552	150
12	12/2552	100
13	01/2553	450
14	02/2553	600
15	03/2553	650
16	04/2553	600
17	05/2553	600
18	06/2553	550
19	07/2553	450
20	08/2553	300
21	09/2553	550
22	10/2553	450
23	11/2553	400
24	12/2553	400
25	01/2554	400
26	02/2554	600
27	03/2554	750
28	04/2554	550
29	05/2554	220
30	06/2554	250
31	07/2554	300
32	08/2554	250

ภาคผนวก ข.

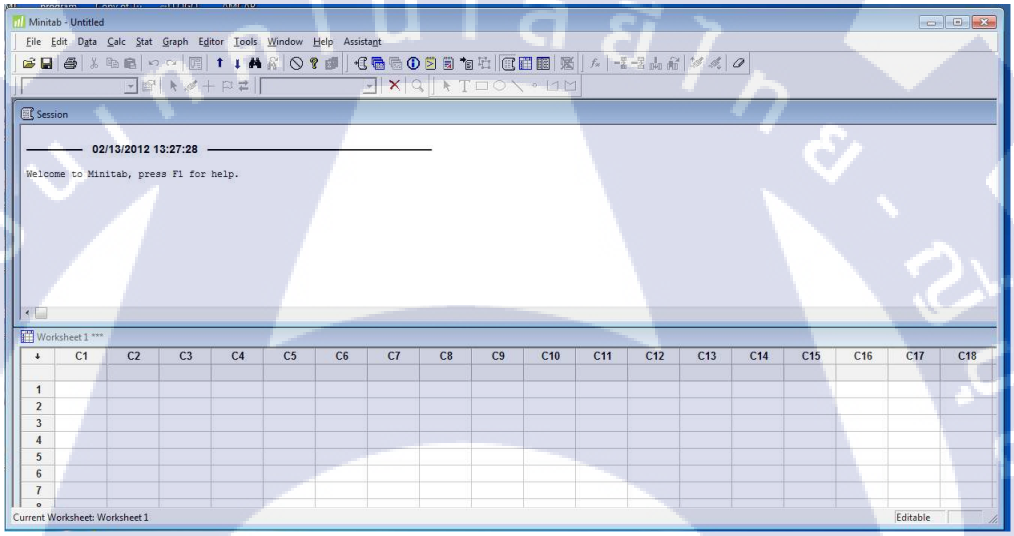
โปรแกรม Minitab Release 16

1. โปรแกรม Minitab Release 16

โปรแกรม Minitab Release 16 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณทางสถิติ ทำการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลลัพธ์ในรูปตาราง ข้อความ และกราฟ เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการตัดสินใจ

1.1 องค์ประกอบต่างๆ ของโปรแกรม Minitab Release 16

เมื่อเปิดใช้งานจะพบลักษณะการทำงานของโปรแกรมที่มีหน้าต่างหลักอยู่ 2 หน้าต่าง คือ หน้าต่าง Session ที่ใช้สำหรับแสดงผลลัพธ์ของการคำนวณและหน้าต่าง Worksheet ที่ใช้สำหรับการกรอกรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 15

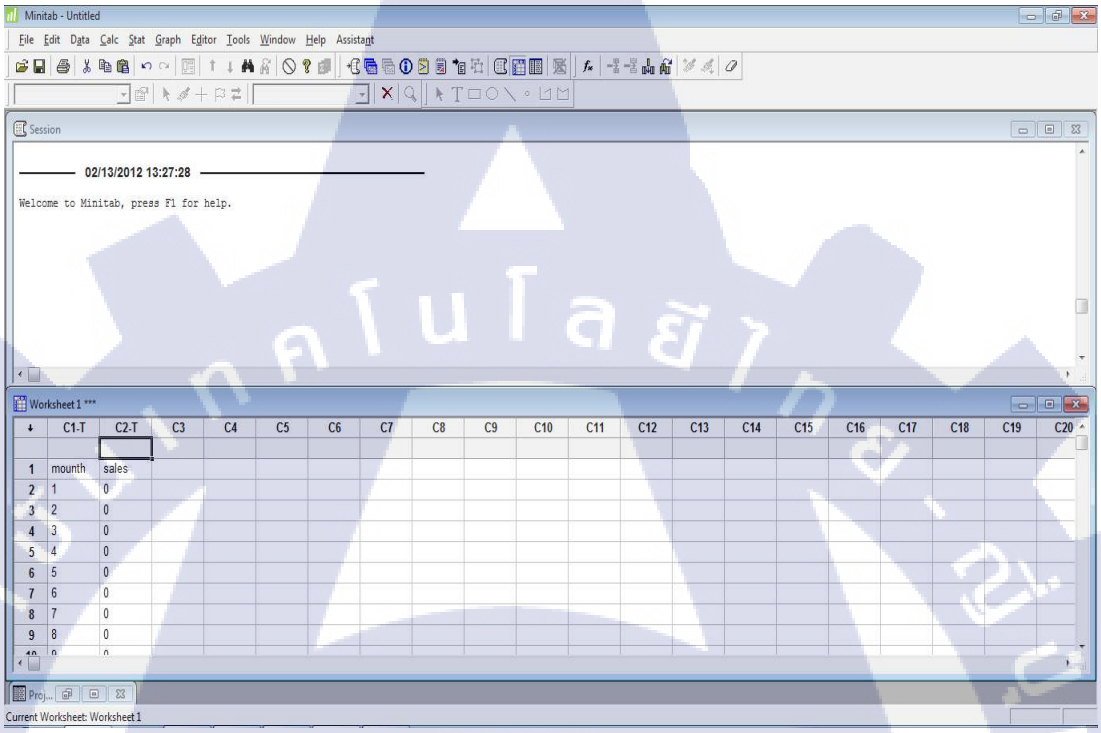


รูปที่ 15 หน้าต่างหลักของโปรแกรม Minitab Release 16

1. Menu Bar เป็นที่รวบรวมคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด
2. Tool Bar เป็นที่รวบรวมคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรมในรูปแบบชอร์ตคัตโดยรวบรวมคำสั่งที่จำเป็น และ ใช้งานบ่อยจาก Menu Bar
3. Session เป็นหน้าต่างของโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูล
4. Worksheet Window เป็นหน้าต่างของโปรแกรมที่ใช้ในการกรอกรายละเอียดข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์

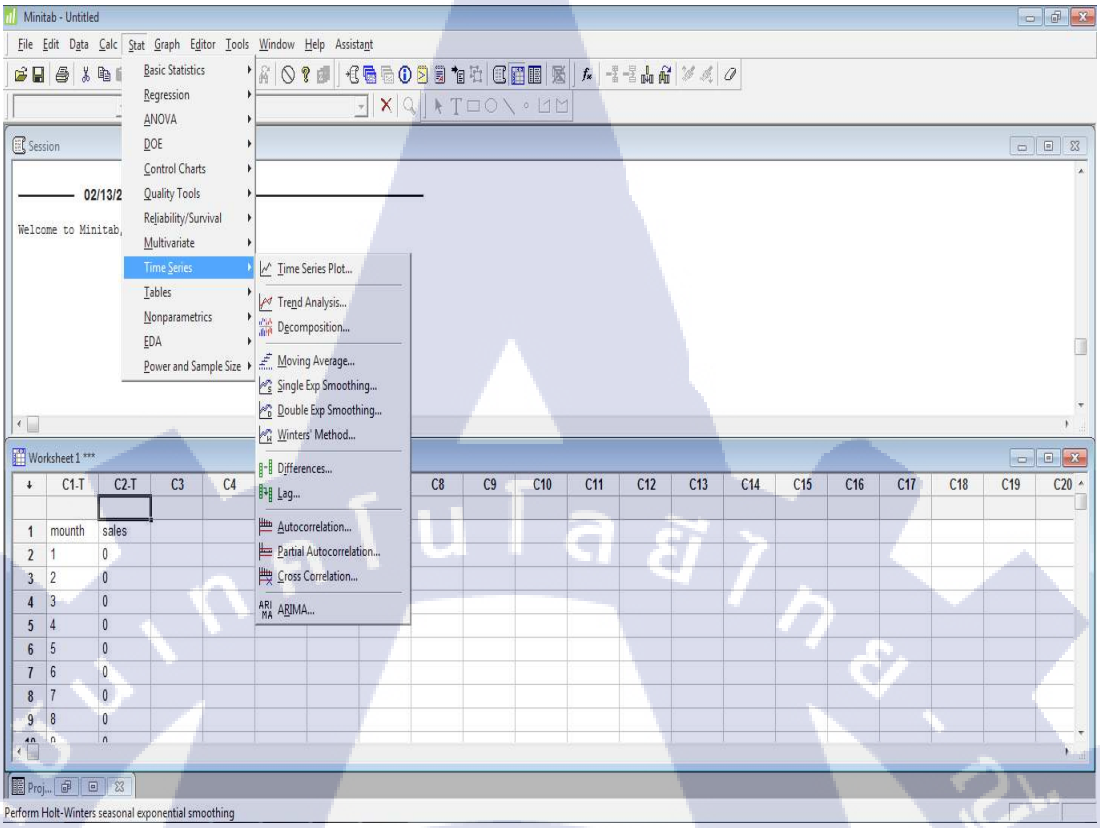
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Minitab Release 16

2.1 กำหนดชื่อตัวแปรและกรอกข้อมูลที่ต้องการใช้ในการวิเคราะห์ลงใน Worksheet Windows ดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 การกำหนดตัวแปร และกรอกข้อมูลลงตาราง

2.2 ทำการิเคราะห์ข้อมูลว่าเป็นรูปแบบใดโดยการใช้เมนู Start >Time Series > Autocorrelation ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 การเลือกเมนูในการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูล

3 เลือกเทคนิคการพยากรณ์ ได้แก่ วิธีการปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method) วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว Single Exponential Smoothing Method) วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Soothing Method) วิธีวินเตอร์ (Winters' Method) หรือ วิธีการแยกองค์ประกอบ (Decomposition Method)

4 คำนวณค่าการพยากรณ์ด้วยเทคนิคที่เลือก

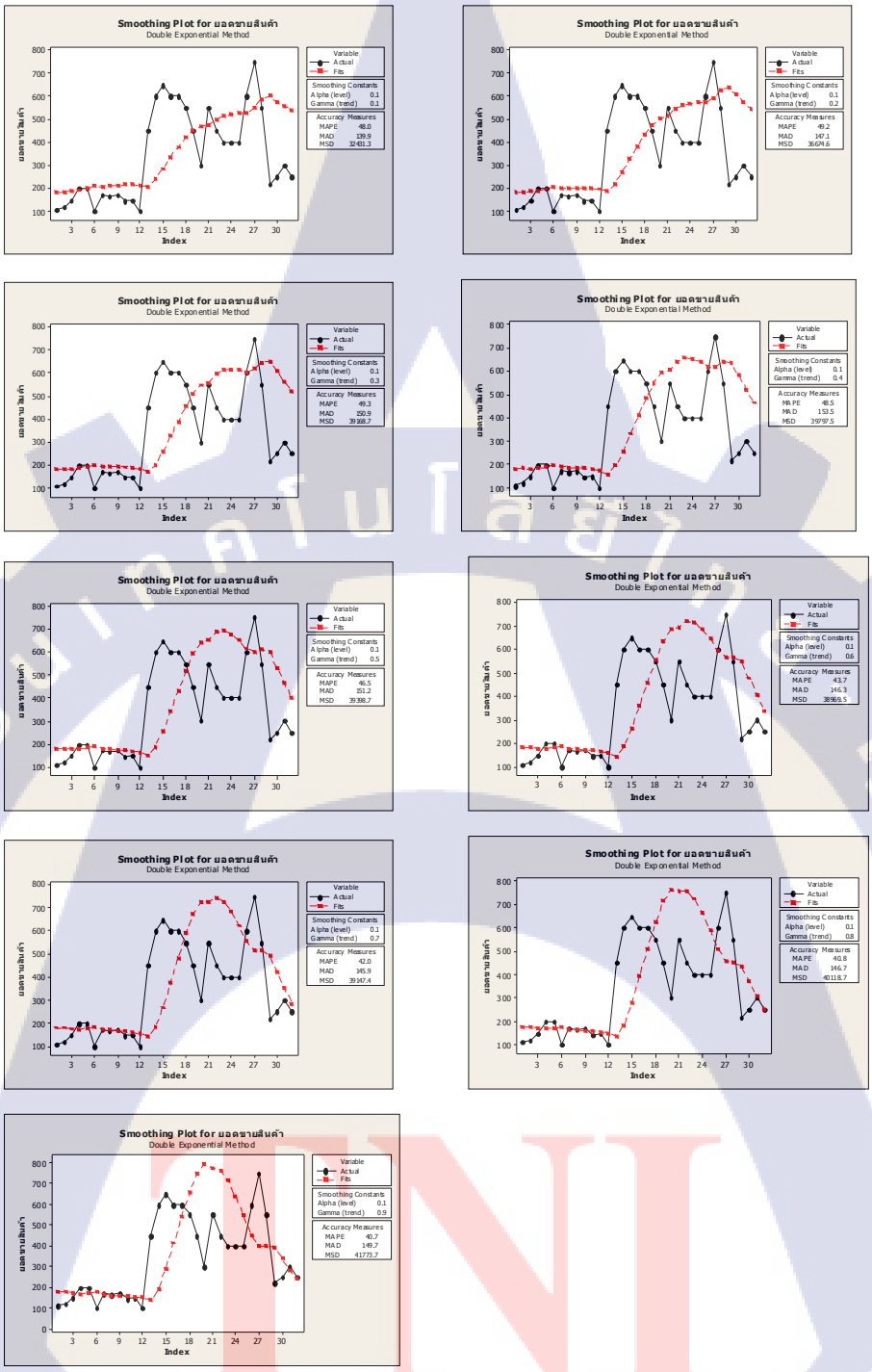
5 วิเคราะห์ผลการพยากรณ์ เพื่อหาตัวแบบที่มีความเหมาะสมที่สุด

ภาคผนวก ค.

ตารางและกราฟแสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายจากวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method)

ตารางที่ 12 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.1 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

เดือน	ยอดขายสินค้า	Alpha 0.1								
		Gamma 0.1	Gamma 0.2	Gamma 0.3	Gamma 0.4	Gamma 0.5	Gamma 0.6	Gamma 0.7	Gamma 0.8	Gamma 0.9
1	110	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36
2	120	183.36	182.66	181.96	181.25	180.55	179.85	179.14	178.44	177.73
3	150	186.44	184.48	182.54	180.61	178.69	176.79	174.91	173.04	171.18
4	200	191.84	188.43	185.08	181.80	178.59	175.44	172.35	169.33	166.37
5	200	201.78	197.21	192.82	188.61	184.57	180.69	176.99	173.45	170.07
6	100	210.71	205.17	200.00	195.19	190.72	186.58	182.77	179.28	176.09
7	170	207.64	200.23	193.46	187.30	181.72	176.69	172.18	168.19	164.67
8	165	211.50	202.18	193.88	186.51	180.03	174.38	169.50	165.35	161.86
9	171	214.01	202.70	192.88	184.44	177.26	171.24	166.27	162.26	159.12
10	145	216.43	203.12	191.93	182.64	175.06	169.00	164.30	160.79	158.32
11	150	215.31	199.75	187.06	176.91	168.97	162.94	158.57	155.59	153.81
12	100	214.14	196.21	182.07	171.18	163.04	157.22	153.31	150.97	149.90
13	450	206.94	186.10	170.12	158.18	149.55	143.63	139.85	137.74	136.89
14	600	237.90	217.29	202.76	193.14	187.44	184.78	184.44	185.81	188.36
15	650	284.38	268.01	259.05	255.89	257.16	261.73	268.67	277.20	286.73
16	600	334.87	326.29	326.44	333.13	344.56	359.29	376.16	394.29	412.96
17	600	377.96	379.22	390.30	408.31	430.98	456.53	483.58	511.12	538.40
18	550	418.97	431.28	454.06	483.65	517.22	552.65	588.40	623.37	656.84
19	450	452.18	475.50	509.33	549.11	591.47	634.00	675.05	713.54	748.82
20	300	472.05	504.79	547.29	594.05	641.22	686.18	727.29	763.60	794.71
21	550	473.21	512.06	559.03	607.74	653.93	694.97	729.39	756.57	776.49
22	450	500.03	544.36	594.33	642.75	685.18	719.18	743.72	758.71	764.70
23	400	513.66	561.54	611.77	656.55	691.55	714.82	726.06	725.95	715.77
24	400	519.79	568.77	616.11	653.71	677.70	687.01	682.34	665.38	638.31
25	400	524.11	571.90	613.54	641.00	651.35	644.75	623.23	589.65	547.15
26	600	526.76	571.29	604.81	619.93	615.06	592.04	554.40	506.31	451.87
27	750	549.88	591.31	616.82	620.16	601.66	565.08	515.65	458.80	399.44
28	550	587.68	627.50	646.62	640.57	612.01	566.91	512.18	454.34	398.81
29	220	601.33	638.52	650.54	635.31	598.22	547.54	491.70	437.98	391.84
30	250	576.80	607.07	608.15	580.96	533.90	477.45	421.25	372.81	337.11
31	300	554.46	574.62	562.26	521.81	464.82	403.73	348.86	307.34	283.01
32	250	536.80	544.92	518.09	464.71	399.41	336.15	285.29	252.83	240.85
Grand Total	11,101.00	11,683.26	12,044.83	12,325.45	12,457.47	12,443.94	12,319.60	12,128.17	11,910.38	11,698.57

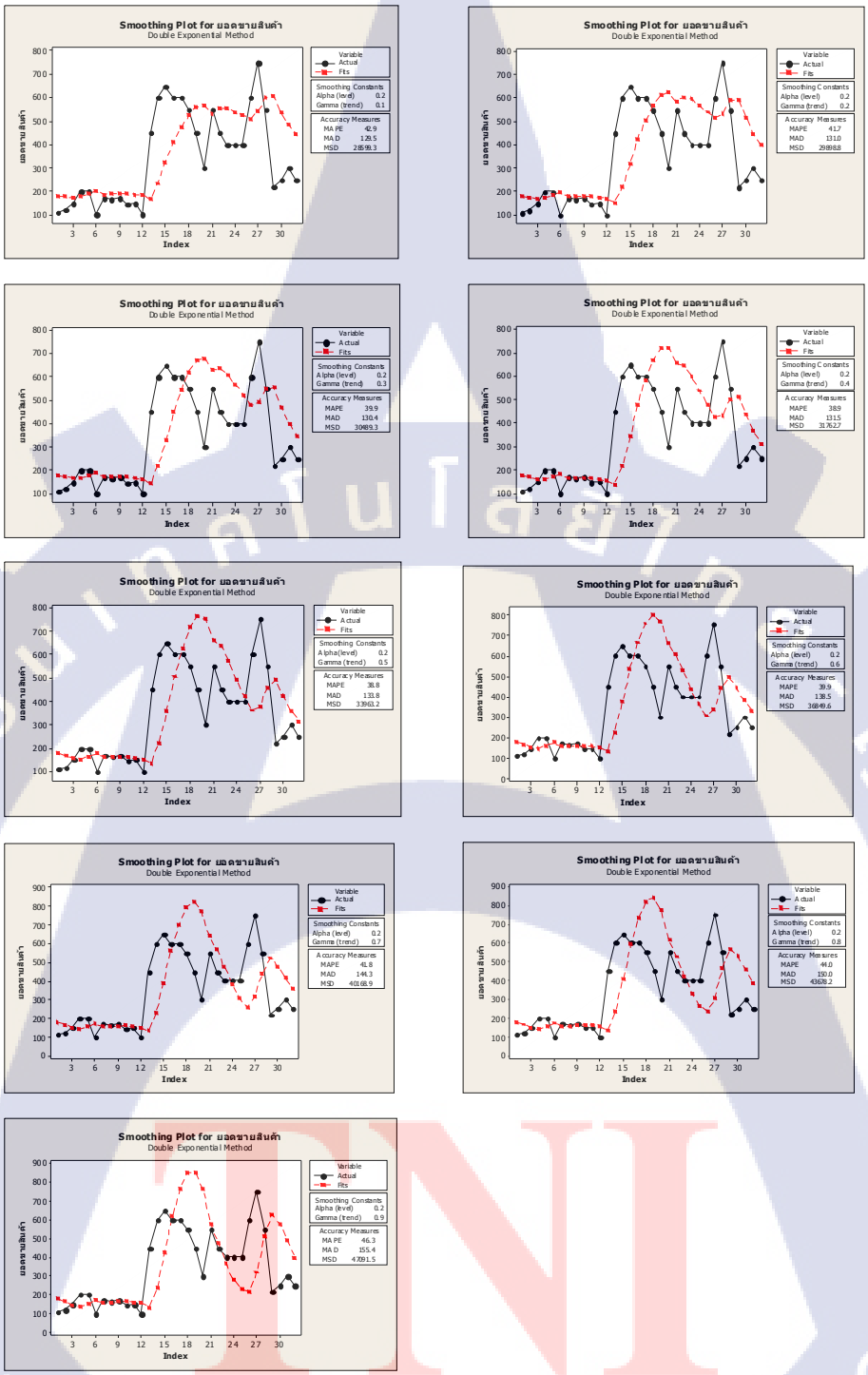


รูปที่ 18 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.1 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

ตารางที่ 13 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.2 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

เดือน	ยอดขายสินค้า	Alpha 0.2								
		Gamma 0.1	Gamma 0.2	Gamma 0.3	Gamma 0.4	Gamma 0.5	Gamma 0.6	Gamma 0.7	Gamma 0.8	Gamma 0.9
1	110	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36
2	120	175.62	174.22	172.81	171.40	170.00	168.59	167.18	165.77	164.37
3	150	172.72	169.14	165.60	162.13	158.71	155.34	152.03	148.78	145.59
4	200	175.95	170.31	164.90	159.74	154.80	150.10	145.63	141.39	137.36
5	200	189.01	182.43	176.45	171.04	166.20	161.90	158.12	154.85	152.05
6	100	199.68	192.83	187.09	182.41	178.70	175.91	173.98	172.84	172.44
7	170	186.22	177.44	170.39	164.90	160.83	158.01	156.30	155.58	155.71
8	165	189.13	178.83	171.00	165.31	161.45	159.13	158.08	158.08	158.89
9	171	189.98	178.39	170.13	164.61	161.30	159.73	159.47	160.18	161.54
10	145	191.47	178.94	170.68	165.76	163.35	162.76	163.40	164.80	166.57
11	150	186.54	172.82	164.39	159.82	157.96	157.85	158.77	160.13	161.50
12	100	182.86	168.01	159.49	155.28	153.85	153.99	154.83	155.77	156.38
13	450	168.26	151.45	142.00	137.23	135.17	134.41	134.01	133.35	132.13
14	600	232.22	220.14	216.49	217.81	221.72	226.63	231.59	236.09	239.95
15	650	320.74	320.28	329.09	342.85	358.78	375.20	391.23	406.50	421.02
16	600	408.14	423.59	448.42	477.45	507.55	537.04	565.17	591.79	617.09
17	600	471.90	503.29	542.99	584.94	625.82	664.06	699.20	731.34	760.86
18	550	525.47	570.92	622.06	672.13	717.84	757.99	792.53	821.96	846.93
19	450	558.81	614.19	670.99	722.12	764.68	798.18	823.25	840.94	852.34
20	300	563.31	622.23	676.88	720.33	750.69	768.55	775.56	773.58	764.24
21	550	531.65	585.78	628.98	655.28	664.42	658.62	640.84	613.92	580.20
22	450	556.68	605.19	635.92	644.82	633.96	607.64	570.34	525.96	477.53
23	400	554.58	594.50	610.31	600.86	571.20	527.94	477.09	423.44	370.44
24	400	539.80	568.18	567.21	539.63	493.87	438.82	381.70	327.67	280.09
25	400	525.18	540.39	522.70	479.47	422.62	362.88	307.95	262.63	229.39
26	600	510.98	512.54	479.72	424.99	363.36	306.57	261.84	232.58	219.54
27	750	541.41	533.77	492.56	435.40	379.62	336.74	312.29	307.32	320.15
28	550	599.92	589.39	548.28	498.90	459.66	440.47	443.93	467.95	508.00
29	220	605.73	592.32	552.96	513.79	492.72	496.59	524.09	569.57	625.85
30	250	536.66	513.77	470.72	436.19	425.91	442.30	479.65	528.94	581.07
31	300	481.67	446.37	397.69	365.22	360.86	381.79	417.94	457.81	491.66
32	250	444.05	396.60	343.40	313.23	312.74	333.57	362.07	385.65	395.63
Grand Total	11,101.00	11,896.72	12,028.59	11,952.64	11,785.41	11,630.69	11,539.64	11,520.45	11,557.53	11,626.87

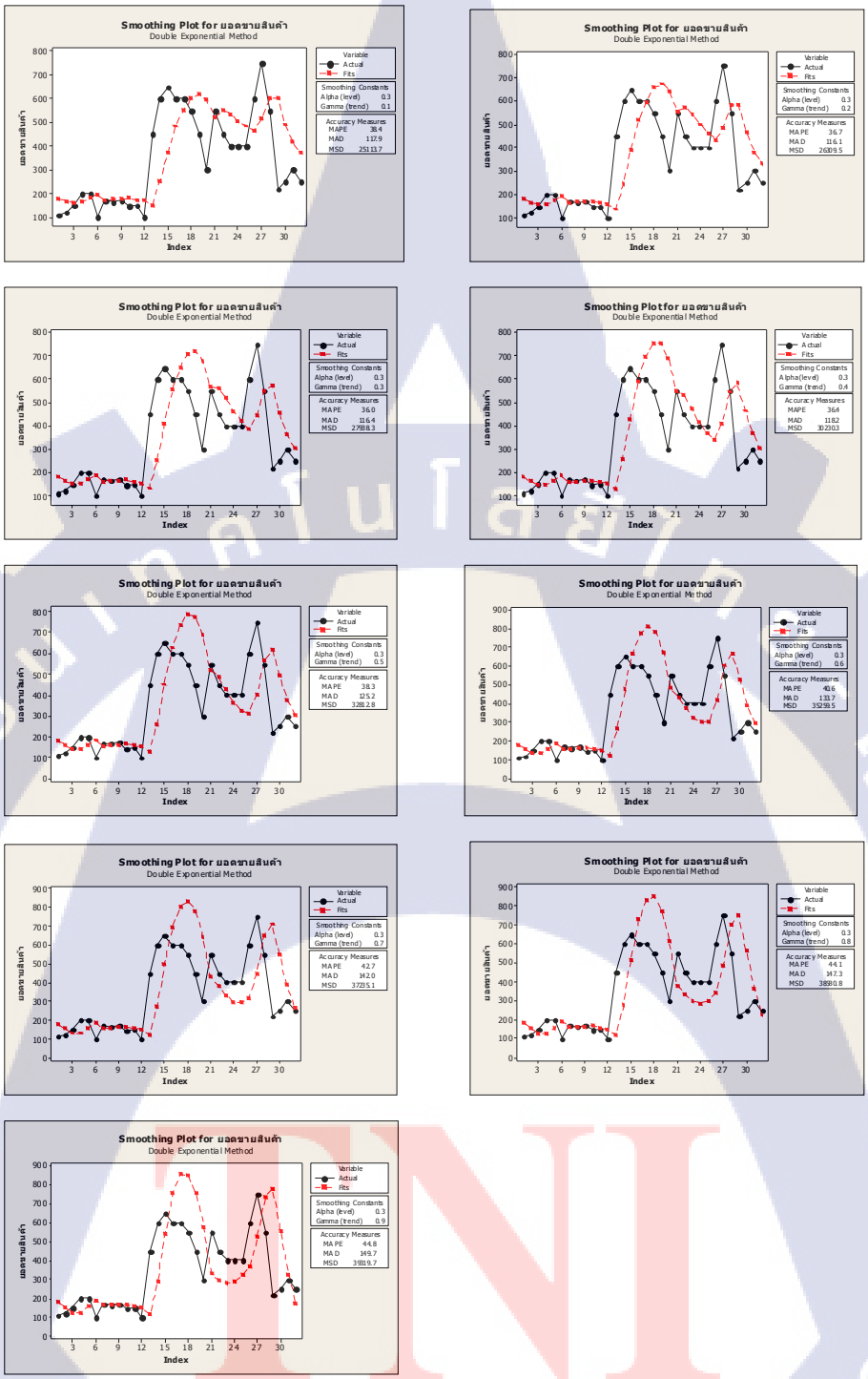
TNI
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY



รูปที่ 19 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.2 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

ตารางที่ 14 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.3 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

เดือน	ยอดขายสินค้า	Alpha 0.3								
		Gamma 0.1	Gamma 0.2	Gamma 0.3	Gamma 0.4	Gamma 0.5	Gamma 0.6	Gamma 0.7	Gamma 0.8	Gamma 0.9
1	110	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36
2	120	167.88	165.77	163.66	161.55	159.44	157.33	155.22	153.11	151.00
3	150	160.72	155.82	151.05	146.40	141.88	137.49	133.23	129.09	125.08
4	200	164.38	157.50	151.12	145.23	139.81	134.86	130.36	126.29	122.66
5	200	183.01	176.23	170.57	165.98	162.39	159.74	157.97	157.03	156.85
6	100	196.56	190.76	186.84	184.59	183.83	184.40	186.13	188.85	192.44
7	170	173.15	165.49	160.41	157.46	156.27	156.47	157.75	159.81	162.39
8	165	177.67	169.07	163.77	160.98	160.04	160.36	161.46	162.92	164.41
9	171	178.95	169.84	164.73	162.42	161.92	162.41	163.30	164.10	164.48
10	145	181.41	172.24	167.77	166.26	166.40	167.20	168.00	168.38	168.09
11	150	174.24	164.49	160.05	158.60	158.52	158.75	158.67	157.97	156.59
12	100	169.99	159.69	155.24	153.70	153.23	152.76	151.81	150.26	148.25
13	450	149.92	137.75	131.90	128.83	126.54	124.07	121.13	117.81	114.39
14	600	249.87	246.13	249.19	254.96	261.38	267.66	273.72	279.82	286.30
15	650	375.34	388.23	407.87	429.66	451.56	472.99	494.05	515.07	536.34
16	600	486.41	518.40	555.74	593.38	629.45	663.58	696.03	727.12	757.05
17	600	552.57	599.42	648.23	693.79	734.56	770.55	802.25	830.06	854.15
18	550	600.30	656.17	708.63	752.82	787.95	814.73	834.13	846.89	853.49
19	450	617.20	674.52	721.63	754.80	774.63	783.01	781.78	772.43	756.09
20	300	594.02	643.90	676.29	689.61	686.61	670.86	645.46	612.92	575.27
21	550	523.97	556.83	565.68	552.22	522.01	480.60	432.49	381.16	329.37
22	450	550.72	570.47	561.85	530.79	485.98	434.91	383.09	334.45	291.81
23	400	536.42	542.79	519.10	476.09	425.37	375.64	332.56	299.49	278.23
24	400	507.32	499.84	463.45	413.67	364.13	323.54	296.35	284.14	286.60
25	400	483.72	463.79	418.79	368.33	326.65	300.83	292.77	301.20	323.08
26	600	464.70	434.73	385.84	340.40	311.41	302.79	312.78	336.85	369.38
27	750	515.44	484.30	442.04	412.00	404.03	417.65	447.11	484.97	524.06
28	550	603.00	579.95	554.10	547.68	565.77	602.88	649.74	697.25	738.34
29	220	602.70	585.10	572.18	582.93	616.61	663.02	710.64	750.52	777.48
30	250	492.00	467.80	454.13	465.06	493.71	526.38	551.23	561.47	555.36
31	300	416.26	381.62	362.13	365.74	380.13	389.98	385.39	363.39	326.43
32	250	374.75	331.40	307.14	303.33	303.60	293.30	266.37	224.52	174.04
Grand Total	11,101.00	11,804.94	11,790.40	11,681.47	11,599.62	11,576.17	11,591.12	11,613.32	11,619.68	11,599.87

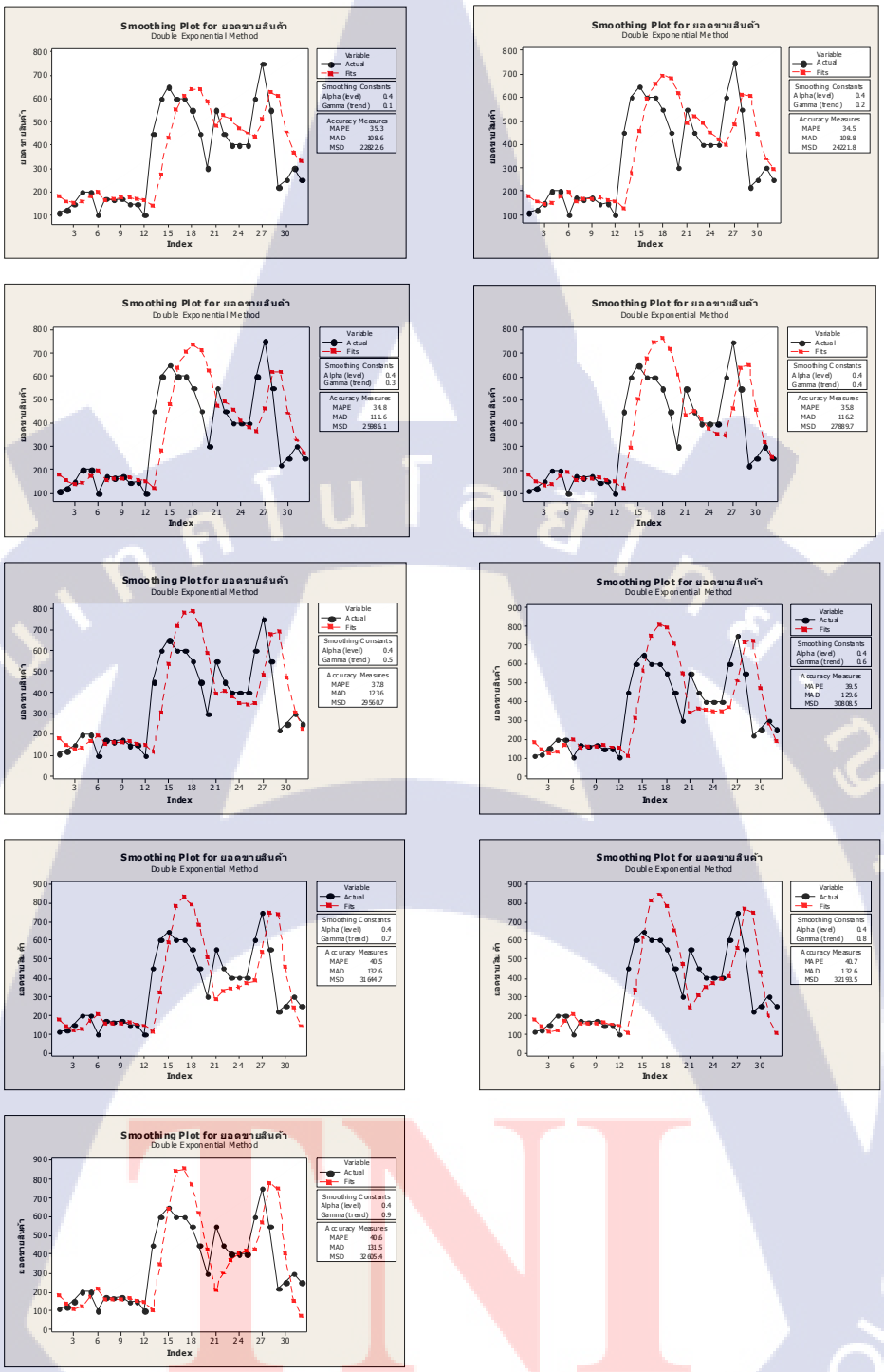


รูปที่ 20 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.3 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

ตารางที่ 15 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.4 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

เดือน	ยอดขายสินค้า	Alpha 0.4								
		Gamma 0.1	Gamma 0.2	Gamma 0.3	Gamma 0.4	Gamma 0.5	Gamma 0.6	Gamma 0.7	Gamma 0.8	Gamma 0.9
1	110	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36
2	120	160.15	157.33	154.52	151.70	148.89	146.07	143.26	140.45	137.63
3	150	150.41	144.53	138.87	133.44	128.23	123.25	118.49	113.96	109.65
4	200	156.56	149.28	142.82	137.13	132.19	127.97	124.45	121.60	119.38
5	200	181.98	176.20	172.05	169.40	168.12	168.09	169.18	171.27	174.25
6	100	197.95	194.25	192.94	193.66	196.06	199.82	204.65	210.27	216.44
7	170	163.62	157.54	154.32	153.23	153.61	154.90	156.63	158.38	159.83
8	165	171.28	164.51	161.03	159.66	159.42	159.58	159.56	158.97	157.53
9	171	173.62	166.73	163.54	162.37	162.02	161.68	160.84	159.25	156.84
10	145	177.32	170.81	168.33	167.77	167.78	167.58	166.86	165.58	163.92
11	150	167.85	160.79	158.01	156.97	156.28	155.30	153.94	152.39	150.96
12	100	163.45	155.91	152.86	151.38	150.12	148.66	147.09	145.71	144.84
13	450	138.27	128.51	123.42	119.80	116.40	113.00	109.80	107.08	105.02
14	600	275.64	277.79	284.95	293.69	302.89	312.48	322.68	333.63	345.33
15	650	431.03	453.14	479.67	507.03	534.21	561.18	588.05	614.80	641.19
16	600	553.02	594.09	636.95	677.91	716.15	751.71	784.63	814.77	841.88
17	600	608.10	659.14	706.88	747.97	782.09	809.62	830.87	846.02	855.22
18	550	640.82	693.44	736.01	766.33	785.24	794.06	793.98	786.05	771.34
19	450	636.82	682.54	711.17	722.74	720.08	706.15	683.53	654.53	621.33
20	300	586.95	617.40	624.92	612.94	586.96	551.92	511.87	470.17	429.65
21	550	485.55	492.92	474.19	436.99	389.70	338.93	289.55	245.10	207.96
22	450	527.28	522.80	492.84	449.51	403.41	361.79	329.09	307.62	298.09
23	400	509.23	494.91	458.89	417.09	380.95	356.68	346.66	350.70	366.85
24	400	474.04	450.58	411.46	374.91	351.28	344.01	352.14	372.32	400.04
25	400	449.95	419.93	381.62	353.61	343.23	349.84	368.83	394.15	419.94
26	600	433.51	399.95	365.92	348.26	349.75	365.38	387.57	409.12	424.70
27	750	510.30	483.97	464.60	465.32	483.71	511.01	538.30	559.18	570.67
28	550	625.96	615.66	618.05	641.11	677.35	715.75	748.01	770.28	782.81
29	220	612.32	609.42	621.95	652.01	688.06	718.81	738.39	746.45	746.28
30	250	456.44	442.52	444.06	457.42	468.87	468.93	455.47	431.69	402.90
31	300	366.66	338.98	326.04	319.48	305.59	278.46	240.19	196.69	153.83
32	250	330.12	293.74	272.10	253.60	226.50	189.35	147.77	108.75	77.01
Grand Total	11,101.00	11,696.57	11,649.66	11,575.33	11,534.80	11,515.49	11,492.32	11,452.67	11,397.28	11,333.66

สถาบันเทคโนโลยีไทย-นิชิ THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

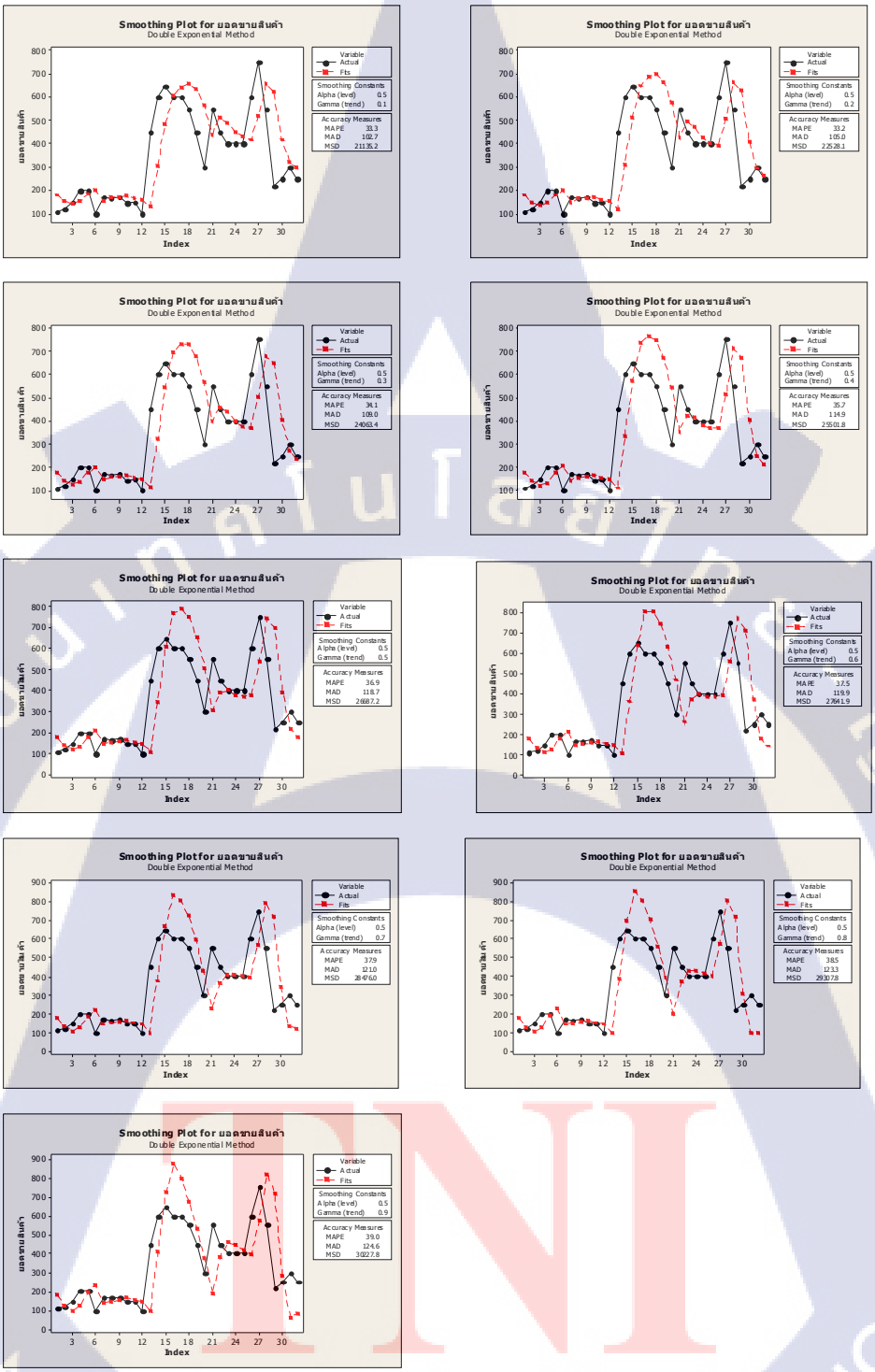


รูปที่ 21 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.4 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

ตารางที่ 5 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.5 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

เดือน	ยอดขายสินค้า	Alpha 0.5								
		Gamma 0.1	Gamma 0.2	Gamma 0.3	Gamma 0.4	Gamma 0.5	Gamma 0.6	Gamma 0.7	Gamma 0.8	Gamma 0.9
1	110	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36
2	120	152.41	148.89	145.37	141.85	138.33	134.82	131.30	127.78	124.26
3	150	141.81	135.26	129.07	123.23	117.74	112.60	107.81	103.38	99.30
4	200	151.92	144.93	139.06	134.27	130.51	127.71	125.84	124.83	124.63
5	200	184.38	180.26	178.20	177.94	179.26	181.95	185.81	190.62	196.21
6	100	201.39	199.91	201.03	204.18	208.83	214.49	220.76	227.27	233.71
7	170	154.83	149.74	147.30	146.47	146.40	146.41	145.97	144.69	142.29
8	165	167.30	161.68	158.84	157.32	156.09	154.45	151.99	148.52	144.05
9	171	170.93	165.48	163.03	161.78	160.66	159.13	157.05	154.53	151.86
10	145	175.74	170.94	169.32	168.85	168.53	168.03	167.46	167.12	167.38
11	150	163.61	158.07	155.82	154.62	153.58	152.58	151.81	151.57	152.07
12	100	159.37	153.33	150.70	149.08	147.71	146.57	145.85	145.67	145.98
13	450	129.28	120.63	115.53	111.49	107.85	104.60	101.82	99.45	97.25
14	600	305.27	312.21	323.12	335.40	348.46	362.23	376.67	391.56	406.62
15	650	483.00	511.78	543.44	575.28	606.65	637.38	667.26	695.99	723.33
16	600	605.21	650.39	694.59	735.16	771.58	803.74	831.51	854.81	873.68
17	600	641.06	689.66	730.97	763.07	786.15	800.80	807.61	807.30	800.70
18	550	656.93	700.32	729.52	744.41	746.90	739.09	723.00	700.62	673.90
19	450	634.52	665.62	676.87	671.20	653.05	626.51	595.14	562.03	529.74
20	300	564.09	576.71	566.51	540.35	505.36	467.26	430.41	397.93	371.78
21	550	440.67	429.58	396.35	351.86	305.18	262.46	227.40	201.70	185.50
22	450	509.43	493.06	459.32	422.24	391.29	371.32	363.81	367.91	381.38
23	400	490.83	470.50	439.41	412.98	399.03	399.36	412.18	433.85	460.20
24	400	451.99	427.16	398.54	380.76	378.14	388.57	407.10	428.28	447.52
25	400	429.98	402.78	378.33	368.49	373.16	386.60	402.08	414.18	419.80
26	600	417.47	390.31	371.47	368.66	377.38	389.64	398.84	401.46	397.03
27	750	520.34	505.04	502.32	515.01	535.14	554.27	567.63	574.52	576.98
28	550	658.26	661.91	679.90	710.19	742.74	770.30	790.85	806.24	819.81
29	220	621.81	629.15	649.20	675.74	698.35	712.23	718.17	719.60	719.82
30	250	418.49	406.85	404.47	402.36	391.57	370.52	342.46	311.44	279.90
31	300	323.41	295.02	273.94	250.20	217.79	178.51	137.25	97.79	61.49
32	250	299.69	264.60	237.58	209.08	176.45	143.95	116.61	96.84	84.61
Grand Total	11,101.00	11,605.77	11,552.13	11,489.47	11,443.90	11,400.21	11,348.44	11,289.79	11,229.83	11,173.12

TNI
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

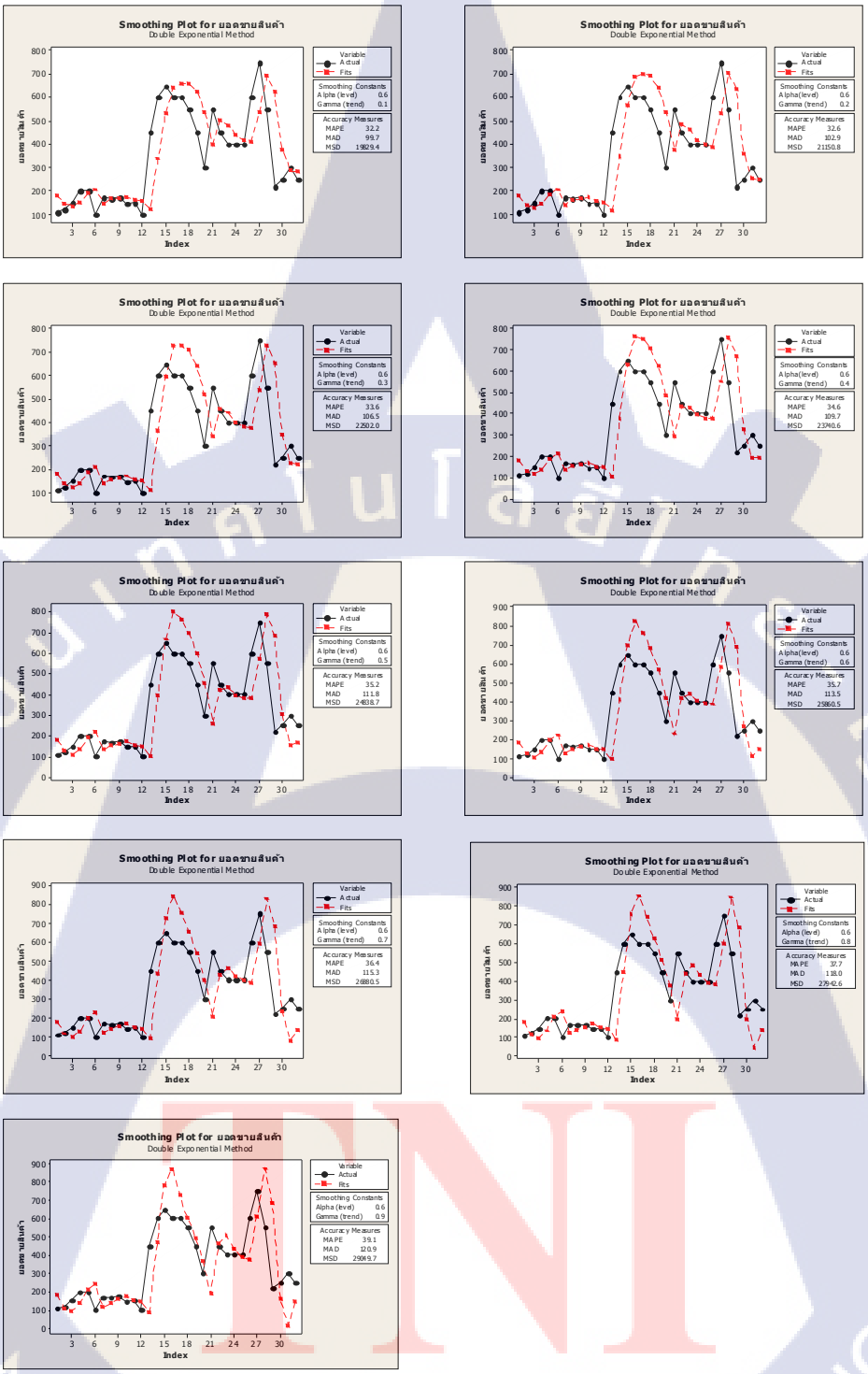


รูปที่ 22 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.5 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

ตารางที่ 17 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.6 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

เดือน	ยอดขายสินค้า	Alpha 0.6								
		Gamma 0.1	Gamma 0.2	Gamma 0.3	Gamma 0.4	Gamma 0.5	Gamma 0.6	Gamma 0.7	Gamma 0.8	Gamma 0.9
1	110	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36
2	120	144.67	140.45	136.22	132.00	127.78	123.56	119.34	115.12	110.89
3	150	134.91	128.03	121.65	115.78	110.42	105.56	101.21	97.36	94.03
4	200	149.91	143.70	138.92	135.50	133.34	132.36	132.45	133.53	135.50
5	200	188.92	186.72	186.83	188.87	192.51	197.43	203.32	209.90	216.92
6	100	205.19	205.52	208.36	212.89	218.43	224.38	230.27	235.70	240.35
7	170	145.38	140.38	137.47	135.40	133.26	130.39	126.34	120.88	113.93
8	165	164.94	159.88	156.97	154.71	152.22	149.05	145.10	140.53	135.64
9	171	169.76	165.29	163.21	161.90	160.64	159.26	157.97	157.14	157.18
10	145	175.37	171.74	170.71	170.56	170.71	171.17	172.19	174.03	176.86
11	150	160.19	155.51	153.48	152.29	151.43	150.91	150.86	151.26	151.93
12	100	156.50	151.36	148.97	147.43	146.29	145.48	144.96	144.54	143.91
13	450	121.64	113.54	108.34	104.11	100.34	96.94	93.72	90.48	87.00
14	600	337.40	348.78	363.59	379.79	396.86	414.62	432.86	451.42	470.25
15	650	529.46	563.03	598.25	632.91	666.41	698.43	728.72	757.12	783.62
16	600	643.51	689.16	731.42	768.26	799.31	824.52	844.00	857.98	866.81
17	600	656.52	698.92	731.04	752.02	762.67	764.13	757.63	744.49	726.01
18	550	658.34	690.95	707.30	709.04	699.22	680.89	656.88	629.74	601.64
19	450	622.56	640.85	639.49	623.68	599.07	570.47	541.69	515.57	494.01
20	300	537.90	537.90	518.26	487.85	454.29	422.93	397.10	378.42	367.19
21	550	399.76	378.18	340.48	298.43	260.09	229.66	208.49	195.92	190.18
22	450	503.52	484.91	457.08	433.04	419.38	417.68	426.47	442.88	463.68
23	400	481.81	463.41	442.45	430.96	432.29	444.52	463.55	485.08	505.69
24	400	438.22	417.20	398.95	392.69	397.76	409.23	421.69	431.12	435.42
25	400	418.49	396.65	381.74	379.14	384.62	391.79	395.84	394.60	388.19
26	600	409.49	388.84	378.15	378.73	383.98	387.77	387.24	382.58	375.67
27	750	537.32	531.05	536.64	551.67	568.53	582.57	593.16	602.14	611.80
28	550	691.21	704.21	728.44	758.44	786.79	810.76	831.40	850.93	870.88
29	220	624.30	634.97	653.04	671.13	683.06	688.16	688.51	686.00	681.24
30	250	375.27	359.47	346.94	329.93	304.65	272.59	236.58	198.35	158.31
31	300	286.15	254.14	225.05	192.27	154.89	116.22	79.44	46.08	16.65
32	250	281.33	247.51	219.78	193.06	168.52	149.84	139.22	137.05	143.00
Grand Total	11,101.00	11,530.27	11,472.60	11,409.57	11,354.86	11,300.12	11,243.61	11,188.55	11,138.31	11,094.75

TNI
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

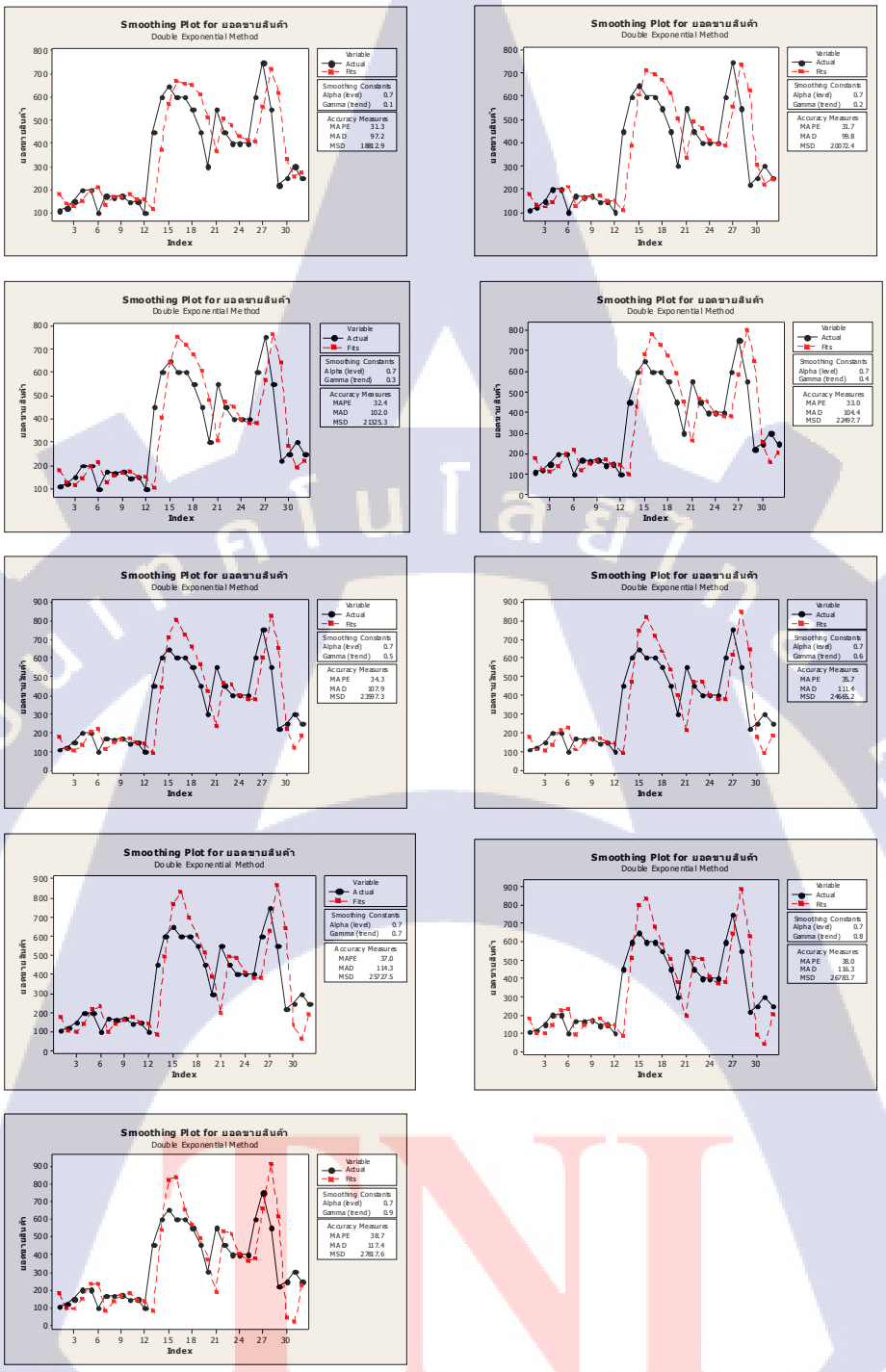


รูปที่ 23 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.6 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

ตารางที่ 18 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.7 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

เดือน	ยอดขายสินค้า	Alpha 0.7								
		Gamma 0.1	Gamma 0.2	Gamma 0.3	Gamma 0.4	Gamma 0.5	Gamma 0.6	Gamma 0.7	Gamma 0.8	Gamma 0.9
1	110	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36
2	120	136.93	132.00	127.08	122.15	117.23	112.30	107.38	102.45	97.53
3	150	129.71	122.82	116.61	111.09	106.26	102.12	98.67	95.91	93.84
4	200	149.97	144.87	141.48	139.66	139.28	140.17	142.21	145.24	149.11
5	200	194.55	194.20	196.23	200.13	205.44	211.72	218.59	225.70	232.75
6	100	208.30	209.81	213.45	218.23	223.38	228.26	232.39	235.45	237.21
7	170	134.85	129.12	124.79	120.56	115.58	109.35	101.66	92.52	82.11
8	165	164.27	159.64	156.68	154.10	151.29	148.15	144.93	142.03	139.95
9	171	169.65	166.04	164.50	163.71	163.30	163.37	164.24	166.25	169.58
10	145	175.56	172.86	172.41	172.84	173.80	175.34	177.55	180.37	183.57
11	150	156.99	152.80	150.83	149.58	148.67	147.99	147.39	146.60	145.26
12	100	154.43	149.89	147.68	146.22	145.10	144.13	143.12	141.87	140.26
13	450	114.85	107.04	101.72	97.27	93.24	89.44	85.71	82.01	78.39
14	600	371.44	387.19	406.07	426.35	447.55	469.47	491.99	515.12	538.95
15	650	569.42	606.03	643.10	678.70	712.20	743.30	771.80	797.59	820.58
16	600	669.45	712.84	750.66	781.36	804.83	821.26	831.06	834.68	832.60
17	600	659.60	694.09	716.29	726.38	725.92	716.72	700.62	679.39	654.67
18	550	652.47	675.29	681.56	674.50	658.18	636.34	612.18	588.34	566.85
19	450	608.16	617.11	608.51	589.08	564.99	540.96	520.18	504.56	494.89
20	300	513.80	506.26	483.31	454.51	426.79	404.14	388.19	378.87	375.02
21	550	365.52	339.13	302.25	265.87	235.95	214.36	200.38	192.00	186.80
22	450	508.95	493.51	474.96	463.84	463.62	473.39	490.35	511.42	534.15
23	400	477.85	463.73	451.53	449.35	457.15	471.28	487.57	502.85	515.34
24	400	428.08	410.88	398.68	396.19	400.21	405.71	408.83	407.68	402.03
25	400	411.18	393.50	383.10	381.31	383.05	383.64	380.88	374.83	366.76
26	600	405.32	389.19	381.98	382.08	383.84	383.89	381.86	379.07	377.12
27	750	557.20	557.42	567.43	583.33	599.73	614.73	629.05	644.06	660.64
28	550	721.25	739.84	766.40	795.37	822.09	845.80	867.47	887.89	906.99
29	220	618.48	627.99	640.65	650.28	653.57	650.88	643.44	631.82	615.99
30	250	328.76	306.32	283.59	255.27	220.26	180.44	137.74	93.38	48.22
31	300	257.33	222.93	190.42	156.30	121.68	89.52	62.04	40.56	26.01
32	250	273.89	243.71	220.48	201.84	189.52	185.65	190.93	205.00	226.96
Grand Total	11,101.00	11,468.57	11,408.41	11,344.78	11,287.82	11,234.04	11,184.16	11,140.76	11,105.84	11,080.48

สถาบันเทคโนโลยีไทย-นิชิ THAI-NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

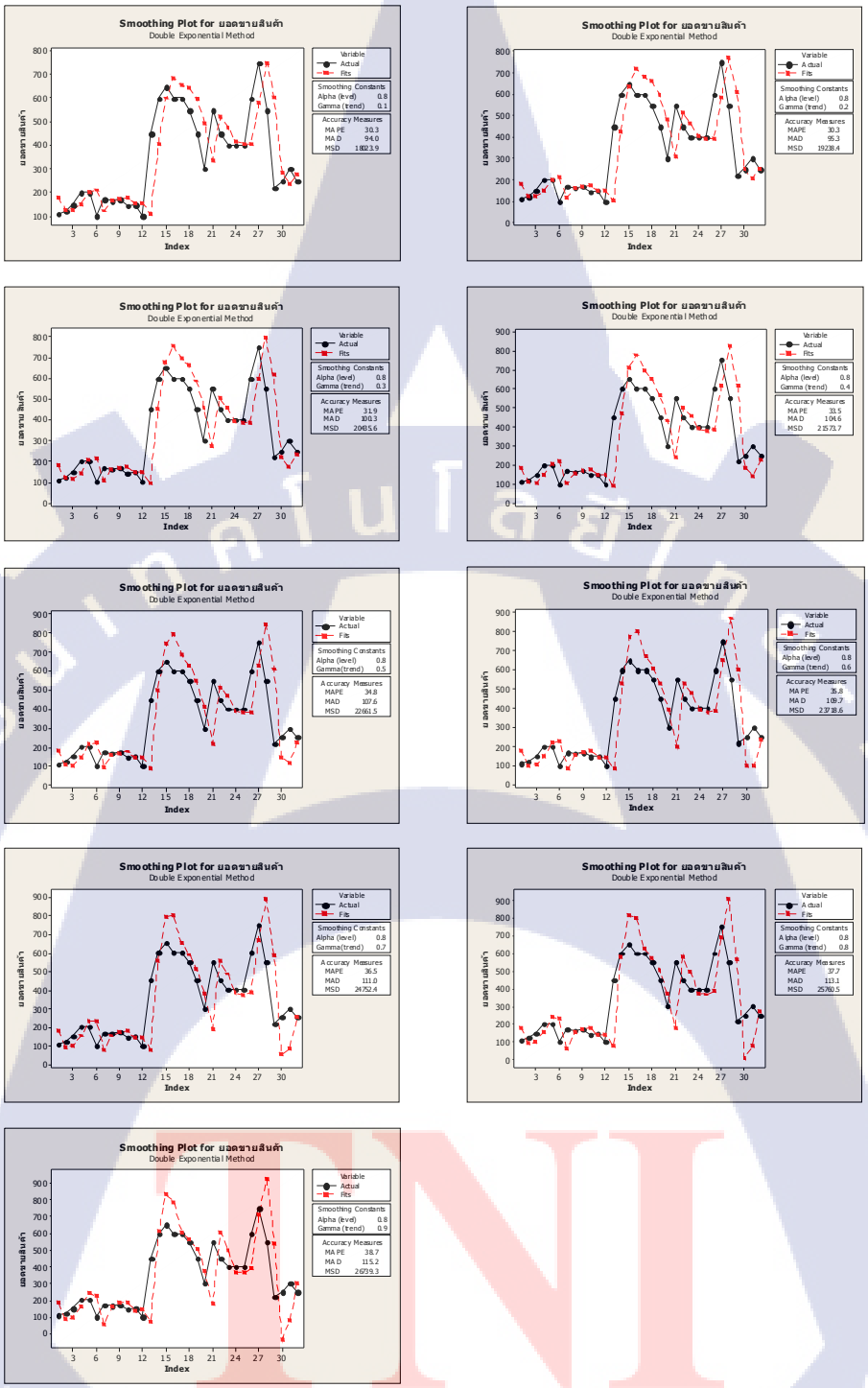


รูปที่ 24 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.7 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

ตารางที่ 19 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.8 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

เดือน	ยอดขายสินค้า	Alpha 0.8								
		Gamma 0.1	Gamma 0.2	Gamma 0.3	Gamma 0.4	Gamma 0.5	Gamma 0.6	Gamma 0.7	Gamma 0.8	Gamma 0.9
1	110	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36
2	120	129.19	123.56	117.93	112.30	106.67	101.04	95.42	89.79	84.16
3	150	126.22	119.63	113.94	109.15	105.27	102.28	100.19	99.01	98.72
4	200	151.53	147.70	145.80	145.60	146.88	149.43	153.04	157.49	162.56
5	200	200.47	201.69	205.18	210.29	216.45	223.14	229.91	236.39	242.28
6	100	210.22	212.21	215.81	219.94	223.78	226.77	228.53	228.88	227.78
7	170	123.35	116.36	110.14	103.49	95.74	86.65	76.28	64.90	52.88
8	165	165.71	161.78	159.38	157.48	155.83	154.63	154.31	155.37	158.23
9	171	170.12	167.37	166.57	166.69	167.52	169.21	171.90	175.63	180.17
10	145	175.88	173.87	173.87	174.71	176.05	177.78	179.72	181.52	182.76
11	150	153.76	149.75	147.60	146.01	144.54	142.96	141.04	138.52	135.29
12	100	153.03	148.97	146.93	145.54	144.42	143.38	142.32	141.27	140.39
13	450	108.65	100.98	95.53	90.88	86.63	82.64	78.88	75.41	72.33
14	600	407.08	427.22	450.32	474.86	500.42	526.82	554.02	581.97	610.64
15	650	602.20	640.12	677.20	711.70	743.01	770.79	794.80	814.82	830.64
16	600	685.04	724.28	756.05	779.33	794.32	801.60	801.87	795.91	784.58
17	600	654.81	681.22	694.37	695.47	686.86	671.00	650.23	626.74	602.47
18	550	644.38	659.62	659.38	648.15	630.62	610.80	591.78	575.79	564.27
19	450	594.74	597.76	586.13	567.27	547.13	529.57	516.69	509.10	506.36
20	300	493.24	481.74	458.81	433.57	411.58	395.13	384.33	377.94	374.20
21	550	337.48	309.46	275.23	244.09	219.84	202.58	190.63	181.82	174.34
22	450	523.33	513.49	504.46	504.08	513.55	530.83	553.14	578.23	604.85
23	400	474.63	464.14	457.24	458.78	466.88	477.68	487.88	495.45	499.46
24	400	418.92	404.01	394.05	390.91	390.79	389.77	385.62	377.80	366.77
25	400	406.26	391.34	382.85	380.24	379.26	377.09	373.22	368.48	364.16
26	600	403.23	390.19	384.72	384.43	385.25	385.55	385.74	386.79	389.44
27	750	578.37	583.53	596.76	614.25	632.35	650.18	668.23	686.91	706.10
28	550	747.12	768.83	795.95	823.66	848.83	871.02	890.52	907.31	921.04
29	220	605.11	610.88	616.76	617.97	612.59	601.10	584.29	562.71	536.88
30	250	281.89	252.75	221.70	185.48	144.31	100.19	55.04	10.46	-32.11
31	300	238.70	204.68	173.48	143.63	116.93	95.91	82.37	77.31	81.21
32	250	274.97	250.32	234.20	225.30	224.68	233.02	249.71	273.20	301.40
Grand Total	11,101.00	11,419.96	11,359.83	11,298.70	11,245.59	11,199.31	11,160.91	11,131.98	11,113.27	11,104.60

สถาบันเทคโนโลยีไทย-นิชิ THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

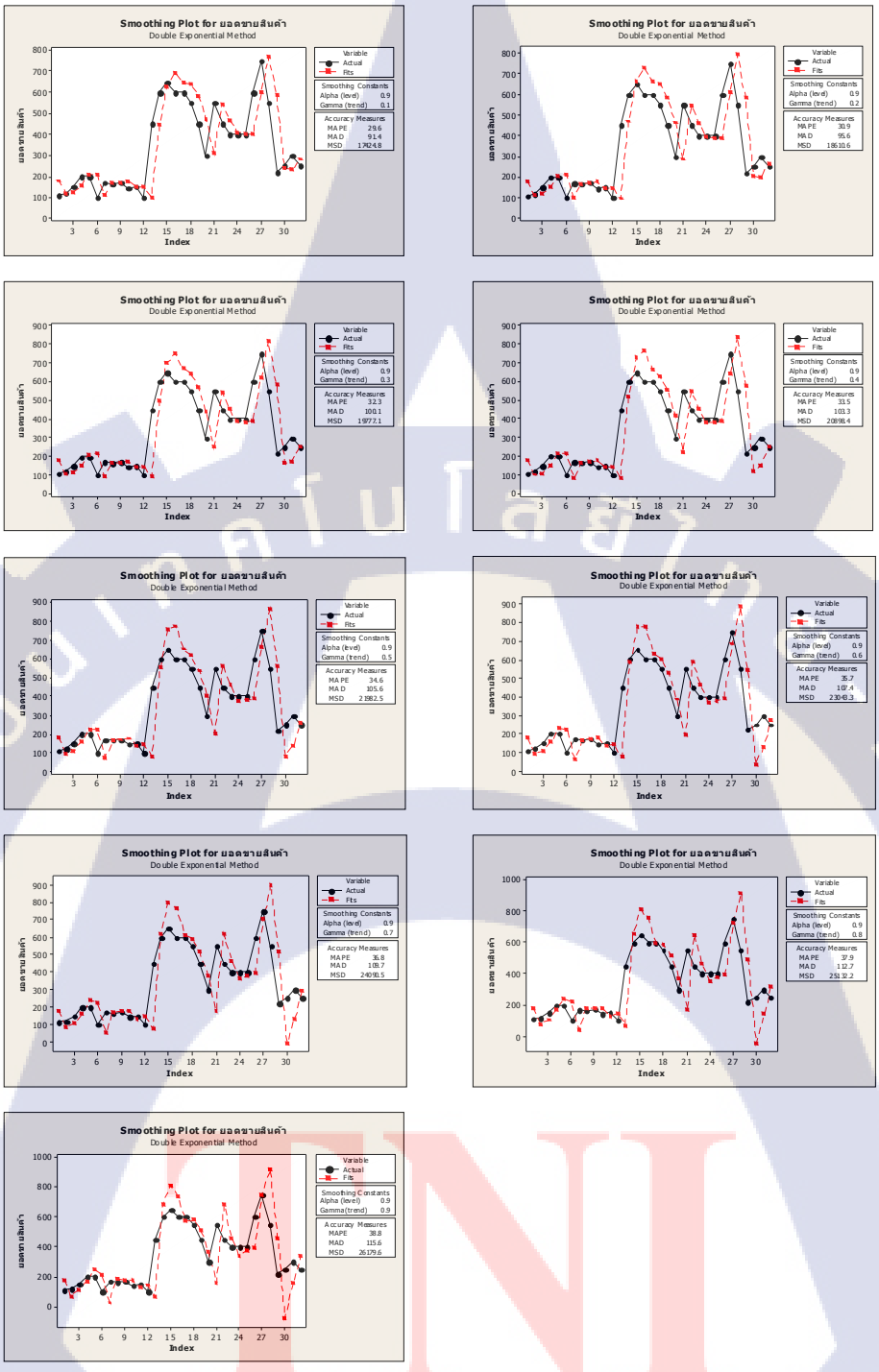


รูปที่ 25 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพแนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.8 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

ตารางที่ 20 แสดงค่าของการพยากรณ์ยอดขายของวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.9 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

เดือน	ยอดขายสินค้า	Alpha 0.9								
		Gamma 0.1	Gamma 0.2	Gamma 0.3	Gamma 0.4	Gamma 0.5	Gamma 0.6	Gamma 0.7	Gamma 0.8	Gamma 0.9
1	110	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36	180.36
2	120	121.45	115.12	108.78	102.45	96.12	89.79	83.46	77.12	70.79
3	150	124.43	118.47	113.66	109.98	107.44	106.05	105.79	106.67	108.69
4	200	154.03	151.48	150.96	152.14	154.73	158.41	162.87	167.82	172.94
5	200	206.12	208.52	212.93	218.59	224.83	231.10	236.97	242.11	246.28
6	100	210.78	212.69	215.63	218.54	220.67	221.58	221.09	219.22	216.13
7	170	111.28	102.82	94.68	85.86	75.95	64.97	53.21	41.09	29.05
8	165	169.61	166.93	165.92	165.88	166.80	169.03	173.00	179.09	187.51
9	171	170.53	168.49	168.30	169.07	170.58	172.76	175.44	178.25	180.62
10	145	176.07	174.50	174.67	175.48	176.54	177.58	178.29	178.34	177.54
11	150	150.42	146.39	143.89	141.75	139.55	137.07	134.20	130.95	127.47
12	100	152.32	148.73	146.96	145.85	145.05	144.50	144.25	144.43	145.21
13	450	102.80	95.19	89.59	84.75	80.33	76.21	72.38	68.79	65.36
14	600	444.10	468.70	496.16	525.13	555.21	586.23	618.09	650.70	683.93
15	650	627.26	664.69	699.86	731.12	757.85	779.67	796.27	807.39	812.80
16	600	692.62	726.64	751.77	767.52	774.58	773.99	766.94	754.74	738.82
17	600	645.82	665.04	670.98	665.85	652.69	634.47	613.83	593.06	573.98
18	550	637.02	647.17	643.74	631.98	616.79	601.90	589.81	581.89	578.57
19	450	583.31	582.90	570.70	554.08	538.15	525.62	517.33	512.81	510.89
20	300	475.94	462.55	440.81	418.82	400.62	387.16	377.66	370.68	364.80
21	550	314.37	286.25	254.80	227.52	206.59	191.25	179.77	170.58	162.70
22	450	544.42	541.10	540.90	549.48	566.72	590.38	618.23	648.75	681.20
23	400	468.92	460.19	454.97	455.86	460.21	464.49	466.09	463.47	455.78
24	400	410.17	396.26	386.54	381.39	377.46	372.08	364.24	354.24	343.06
25	400	403.38	390.54	383.33	380.64	379.33	377.91	376.58	376.27	377.91
26	600	402.40	391.67	387.51	387.54	388.82	390.42	392.57	395.56	399.29
27	750	600.08	609.28	625.30	644.71	664.80	684.85	704.85	724.68	744.00
28	550	768.34	791.37	817.75	843.33	865.74	884.47	899.52	910.82	918.33
29	220	585.52	586.14	584.70	577.60	563.75	543.82	518.79	489.64	457.42
30	250	237.34	202.71	165.93	125.29	81.86	37.89	-4.52	-43.62	-77.98
31	300	230.66	199.88	173.75	151.95	136.34	128.84	130.50	141.46	161.14
32	250	281.23	262.62	253.62	252.92	260.43	275.36	295.79	319.12	342.53
Grand Total	11,101.00	11,383.09	11,325.37	11,269.44	11,223.43	11,186.87	11,160.19	11,143.63	11,136.47	11,137.15

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY
TNI



รูปที่ 26 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับยอดขายจริงจากวิธีการปรับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) หรือ (Holt's Method) ของโปรแกรม Minitab โดยที่ (Alpha α) = 0.9 (Gamma γ) = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9