

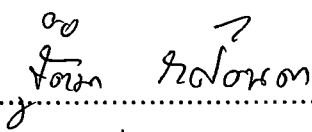
การเปรียบเทียบการจัดการระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมและการพยากรณ์
เพื่อตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา

นารณสินธุ์ เนติฤทธิ์


งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน
คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

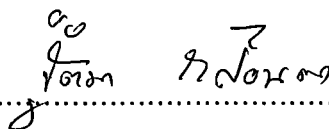
อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์และกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ได้พิจารณา
งานนิพนธ์ของ นารณศิริ นเรศฤทธิ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์



.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.จิติมา วงศ์อินตา)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรือเอก ดร.สรารุช ลักษณะโต)


.....กรรมการ
(ดร.จิติมา วงศ์อินตา)

คณะโลจิสติกส์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ของมหาวิทยาลัยบูรพา


.....คณบดีคณะ โลจิสติกส์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานะ เชาวรัตน์)

วันที่ ๒๑ เดือน กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๙

ประกาศคุณูปการ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาอย่างยิ่งจาก คณาจารย์ทุกท่านในคณะ โลกจิตติศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ ที่มีคุณค่าให้แก่ผู้วิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.จิตติมา วงศ์อินตา อาจารย์ที่ปรึกษาของผู้วิจัยที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างดี จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ใน โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบปากเปล่าที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไข จนทำให้งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ รวมไปถึงหัวหน้างานและเพื่อนร่วมงานที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูลและเสนอแนะข้อมูลที่มีประโยชน์กับงานนิพนธ์นี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คุณค่าและประโยชน์จากการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบพระคุณถึงพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนคณาจารย์และผู้มีพระคุณที่ให้การชี้แนะอบรมสั่งสอน รวมถึงให้ความช่วยเหลือในการศึกษาครั้งนี้ ทำให้งานนิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี สุดท้ายขอขอบคุณ นิสิตปริญญาโท โลกจิตติศาสตร์รุ่น 12/ 2 และท่านอื่น ๆ ที่ได้เอ่ยนามในที่นี้ซึ่งมีส่วนช่วยในกำลังใจและให้คำช่วยเหลือจนทำให้งานนิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นารทสิรินทร์ เนติฤทธิ์

57920259: สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน; วท.ม (การจัดการ โลจิสติกส์
และโซ่อุปทาน)

คำสำคัญ: การตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา/ การรักษาระดับสินค้าคงคลัง/ การพยากรณ์
นารลสิรินทร์ เนติฤทธิ์: การเปรียบเทียบการจัดการระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม
และการพยากรณ์เพื่อตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา (THE COMPARATIVE STUDY OF
INVENTORY MANAGEMENT AND DEMAND FORECAST FOR ORDER FULFILLMENT)
อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์: จุติมา วงศ์อินตา, Ph.D. 89 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การศึกษานานวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพ
การตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลาของบริษัทประกอบบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัด
ชลบุรี โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมและ
การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า เพื่อวิเคราะห์และวัดประสิทธิภาพถึงขีดความสามารถ
ในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา จากการศึกษาพบว่า ทางบริษัทไม่สามารถตอบสนอง
คำสั่งซื้อให้ทันเวลาถึงร้อยละ 60 จากจำนวน 22 คำสั่งซื้อ โดยมีสาเหตุจากการไม่สามารถรักษาระดับ
ระดับสินค้าคงคลังและคาดการณ์ความต้องการของลูกค้าไว้ได้ จึงส่งผลให้ไม่มีสินค้าสำเร็จรูป
เพียงพอที่จะตอบสนองต่อคำสั่งซื้อ ระดับสินค้าคงคลังที่บริษัทกำหนดคือ 190 บอร์ด ให้ผลลัพธ์
การตอบสนองคำสั่งซื้อทันเวลาเพียงร้อยละ 85 จึงได้เกิดการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลัง
ที่เหมาะสมคือจำนวน 243 บอร์ด ผลจากการคำนวณแสดงให้เห็นถึงขีดความสามารถ
ในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลาเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 93 ในส่วนของการศึกษารูปแบบ
การพยากรณ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ แสดงให้เห็นถึงการพยากรณ์ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
4 สัปดาห์ และวัดค่าความคลาดเคลื่อนโดยใช้ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุด
จากผลการวิจัยพบว่า ทางบริษัทสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลามากถึงร้อยละ 97
ซึ่งมีความถี่และค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด

57920259: MAJOR LOGISTIC AND SUPPLYCHAIN MANAGEMENT

M.SC (LOGISTIC AND SUPPLYCHAIN MANAGEMENT)

KEYWORD: ORDER DULFILLMENT/ INVENTORY MANAGEMENT/ DEMAND FORECAST

NARTHSIRINTH NETIRITH: THE COMPARATIVE STUDY OF INVENTORY
MANAGEMENT AND DEMAND FORECAST FOR ORDER FULFILLMENT.

ADVISOR: THITIMA WONGINTA, Ph.D. 89 P. 2016.

The purpose of the research was to investigate ways to increase efficiency of order fulfillment in an electronic board manufacturing company in Chonburi. The study was conducted by comparing between the calculations of target inventory and demand forecast to measure and analyze the most satisfied number of order fulfillment. The results revealed that the due of order fulfillment was not met for 60 percent of the 22 orders. The key causes are the inability to manage the inventory and to forecast the demand, which accounted for insufficient goods for the incoming orders. The inventory quantity, which is set by the company, is 190; however, this amount can meet the fulfillment only 85 percent. Therefore, in order to meet the goal, the appropriate inventory should be 243, which is 93 percent for order fulfillment. By studying the prediction models, the Moving Average at week 4 and the measurement of error by using Mean Absolute Percentage Error (MAPE) showed that there was an increase of efficiency in order fulfillment to 97 percent with the least of frequency and transportation cost.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
วิธีการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
ความสำคัญของการขนส่ง	5
การบริหารจัดการคำสั่งซื้อ	6
การบริหารจัดการคลังสินค้า	7
การพยากรณ์	13
การวัดประสิทธิภาพการขนส่งสินค้าให้ทันเวลา	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
3 วิธีดำเนินการวิจัย	22
ขอบเขตของการวิจัย	22
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	22
การศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อและจัดส่งสินค้าในอดีต	24

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การคำนวณหาระดับสินค้าคงคลัง	24
การพยากรณ์ความต้องการ	25
วิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อ	27
สรุปผล	28
4 ผลการวิจัย.....	29
ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อและจัดส่งสินค้าในอดีต	30
คำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม	31
การพยากรณ์ความต้องการ	35
การวัดประสิทธิภาพระหว่างการรักษาระดับสินค้าคงคลังและการพยากรณ์.....	40
สรุปผล	44
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	46
สรุปผลการวิจัย.....	46
ข้อเสนอแนะ.....	47
บรรณานุกรม.....	48
ภาคผนวก	50
ประวัติย่อของผู้วิจัย	89

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 แจกแจงความน่าจะเป็นของอุปสงค์ในช่วงเวลานำ.....	12
3-1 อัตราค่าขนส่งทางเครื่องบิน สกุลเงิน ไทยบาท ต่อหนึ่งกิโลกรัม.....	28
4-1 ผลลัพธ์ชี้วัดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ	30
4-2 ผลลัพธ์ชี้วัดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ เมื่อบริษัทกำหนด ระดับสินค้าคงคลังที่ 190 บอร์ดต่อวัน.....	31
4-3 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยพิจารณาจากความต้องการที่ได้รับจากลูกค้า.....	32
4-4 ระดับปริมาณสินค้าคงคลังที่ระดับการให้บริการ	34
4-5 ผลลัพธ์ชี้วัดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ ที่ระดับสินค้าคงคลัง เท่ากับ 243 ซึ่งคำนวณได้จากการศึกษาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม.....	35
4-6 ผลการพยากรณ์โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) 1-5 สัปดาห์.....	36
4-7 ผลการพยากรณ์โดยใช้วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing) โดยค่า α ตั้งแต่ 0 ถึง 1	38
4-8 ผลสรุปผลค่าความคลาดเคลื่อน	39
4-9 ผลลัพธ์ชี้วัดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อที่การพยากรณ์ความ ต้องการ โดยการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ที่ 4 สัปดาห์.....	40
4-10 ผลการวัดประสิทธิภาพในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา โดยพิจารณา จากจำนวนใบคำสั่งซื้อ	41
4-11 ผลการวัดประสิทธิภาพในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา โดยพิจารณาจาก จำนวนสินค้า.....	42
4-12 ความถี่ในการขนส่งสินค้า	43
4-13 ผลลัพธ์ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่งทั้ง 3 รูปแบบ	44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก-1	ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ ได้ทันเวลาของสินค้ารหัส 001 51
ก-2	ขีดความสามารถในการส่งสินค้าให้ทันเวลา ระดับสินค้าคงคลังที่ 190 บอร์ด 54
ก-3	ขีดความสามารถในการส่งสินค้าให้ทันเวลา ระดับสินค้าคงคลังที่คำนวณ 243 บอร์ด 57
ก-4	ค่าความพยากรณ์โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) 5 สัปดาห์ และวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing) ค่า α 0-1 60
ก-5	ผลคำนวณ $\sum D_t - F_t $ คือการนำค่า พยากรณ์ลบด้วยค่าความต้องการ 61
ก-6	ผลคำนวณ $\frac{\sum D_t - F_t }{n}$ ในแต่ละวิธีการพยากรณ์ 62
ก-7	ค่ากลางของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPD) 63
ก-8	ผลการคำนวณเบื้องต้น โดยใช้สูตร $\sum D_t - F_t / D_t \times 100$ 64
ก-9	ผลการคำนวณค่าเฉลี่ยของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ในแต่ละการพยากรณ์ 65
ก-10	ค่า Cumulative error ($D_t - F_t$) 66
ก-11	ผลการพยากรณ์ Tracking Signal 67
ก-12	ขีดความสามารถในการส่งสินค้าให้ทันเวลา โดยการพยากรณ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ที่ 4 สัปดาห์ 68
ก-13	ผลลัพธ์ต้นทุนค่าขนส่ง (ข้อมูลจริง) 81
ก-14	ผลลัพธ์ต้นทุนค่าขนส่ง (จากการหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม) 86
ก-15	ผลลัพธ์ต้นทุนค่าขนส่ง (จากการพยากรณ์) 88

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 Order process and activity.....	6
2-2 ระดับปริมาณสินค้าคงคลัง	9
3-1 กระบวนการดำเนินการวิจัยเพื่อวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา.....	23

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการแข่งขันในภาคธุรกิจได้ทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้การค้าระหว่างประเทศมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้บริษัทที่สามารถแข่งขันในโลกของธุรกิจได้ จำเป็นต้องมีความพร้อมในหลาย ๆ ด้าน เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน เช่น การบริหารต้นทุนให้มีประสิทธิภาพ การยกระดับคุณภาพของสินค้าและบริการ รวมไปถึงขีดความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ และเป็นสินค้าที่ส่งออกและสร้างรายได้หลักให้กับประเทศเป็นอันดับต้น ๆ โดยบริษัทที่ทำการศึกษาในครั้งนี้คือบริษัทประกอบบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี ซึ่งดำเนินการผลิตและส่งออกบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ไปยังประเทศต่าง ๆ ได้แก่ อเมริกา ญี่ปุ่น มาเลเซีย เม็กซิโก เป็นต้น

จากการศึกษาปัญหาในเบื้องต้นของบริษัทประกอบบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์แห่งนี้พบว่า ในช่วงเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2558 เป็นช่วงที่ทางบริษัทมียอดคำสั่งซื้อสูงกว่าทุก ๆ ไตรมาส และเป็นไตรมาสที่ทางบริษัทไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลาในจำนวนที่ลูกค้าต้องการถึงร้อยละ 60 โดยมีสาเหตุมาจากจำนวนคำสั่งซื้อที่มากเกินไปเกินความต้องการและทางบริษัทไม่สามารถรักษาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมไว้ได้ จึงเป็นเหตุให้บริษัทสูญเสียขีดความสามารถในการแข่งขันและการให้บริการแก่ลูกค้า ซึ่งส่งผลไปถึงความเชื่อมั่นของบริษัท และมีผลกระทบต่อเนื่องไปยังห่วงโซ่อุปทานของลูกค้า

ดังนั้น จึงได้เกิดงานวิจัยชิ้นนี้ขึ้นเพื่อทำการศึกษาและชี้วัดผลการตอบสนองต่อคำสั่งซื้ออย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถส่งสินค้าได้ทันเวลาและตรงตามจำนวน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้การพยากรณ์ความต้องการและวิเคราะห์หาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา ลดรอบความถี่ในการขนส่งและค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม ให้สามารถตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้าได้ทันเวลา
2. เพื่อศึกษารูปแบบการพยากรณ์ความต้องการสินค้า ให้สามารถตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้าได้ทันเวลา
3. เพื่อศึกษาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถนำหลักการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้มีสินค้าในปริมาณที่เหมาะสมและสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลา
2. สามารถนำหลักการพยากรณ์ความต้องการสินค้า มาประยุกต์ใช้เพื่อให้มีจำนวนสินค้าตามการพยากรณ์และสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลา
3. ได้ทราบถึงแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพในการตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการจัดการระดับสินค้าคงคลังและการพยากรณ์ความต้องการ

ขอบเขตของการวิจัย

1. งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการศึกษาถึงขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา โดยเปรียบเทียบระหว่างการรักษาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า จึงนำผลที่ได้มาวัดประสิทธิภาพในด้านเวลา ความถี่และค่าใช้จ่ายในการขนส่ง
2. งานวิจัยชิ้นนี้เกี่ยวกับตอบสนองคำสั่งซื้อโดยการผลิตและส่งออกบอร์ดิอิเล็กทรอนิกส์ ณ บริษัทประกอบบอร์ดิอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี โดยศึกษาในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ เดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2558 เนื่องมาจากเป็นไตรมาสที่มีคำสั่งซื้อมากที่สุด
3. บอร์ดิอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำกรวิจัย คือสินค้ารหัส 001 ที่ทำการส่งออกไปยังประเทศเม็กซิโก (Mexico) สินค้าชิ้นนี้มีปริมาณการสั่งซื้อและดำเนินการผลิตเป็นจำนวนมาก รวมทั้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างรายได้หลักให้กับบริษัท
4. ตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่
ตัวแปรต้น: การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าและการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลัง
ตัวแปรตาม: ความต้องการของลูกค้าในช่วงไตรมาสก่อนหน้า วันที่ได้รับคำสั่งซื้อ

วันที่ลูกค้าต้องการสินค้า จำนวนสินค้า วันที่จัดส่งสินค้า จำนวนสินค้าที่จัดส่ง วันที่สินค้าไปถึง

วิธีการวิจัย

1. ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2558 นำมาวิเคราะห์ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้า
2. กำหนดหาปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสม เพื่อนำมาวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา
3. พยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธีการต่าง ๆ และหาค่าความเคลื่อนที่น้อยที่สุด จึงนำผลที่ได้การพยากรณ์มาวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา
4. ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลา จำนวนรอบความถี่ในการขนส่งและค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า
5. สรุปผลการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ระดับสินค้าคงคลัง (Inventory) หมายถึง สินค้าและวัสดุที่เก็บไว้อยู่ในกระบวนการผลิต ทั้งก่อนผลิต ระหว่างผลิต และสินค้าสำเร็จรูปประจำหน่วย
2. การพยากรณ์ความต้องการลูกค้า (Forecast demand) หมายถึง การคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคต ยอดขาย หรือปริมาณการผลิต โดยอาศัยการประมวลผลจากข้อมูลในอดีต ประสบการณ์ เหตุปัจจัยอื่น ๆ ที่คาดคะเน
3. ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) หมายถึง การหาค่าเฉลี่ยของการผลิตในอดีตตามจำนวนเวลาที่ผู้พยากรณ์ต้องการ
4. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing) หมายถึง พยากรณ์ที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลเก่าทุกค่า โดยให้ความสำคัญแก่ค่าที่ใกล้ปัจจุบันมากที่สุดลดหลั่นลงไป ตั้งแต่ค่าที่ 1 จนถึงค่าล่าสุด และถ่วงน้ำหนักข้อมูลโดยใช้สัมประสิทธิ์การปรับเรียบ (α)
5. ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error: MAPE) หมายถึง เป็นวิธีการที่ใช้วัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เปรียบเทียบกับค่าจริง

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยฉบับนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการสั่งซื้อจนถึงการส่งมอบสินค้า โดยมีเป้าหมายเพื่อตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลาและสามารถสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน การศึกษา งานวิจัยครั้งนี้โดยการเปรียบเทียบระหว่างการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม และการพยากรณ์ในรูปแบบต่าง โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวคิดและทฤษฎี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัย ดังนี้

1. ความสำคัญของการขนส่ง
 - 1.1 ความหมายของการขนส่ง
 - 1.2 แนวคิดการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา
 - 1.3 กิจกรรมทางโลจิสติกส์
2. การบริหารจัดการคำสั่งซื้อ
 - 2.1 วงจรคำสั่งซื้อของลูกค้า
3. การบริหารจัดการคลังสินค้า
 - 3.1 ความหมายของสินค้าคงคลัง
 - 3.2 หน้าที่ของสินค้าคงคลัง
 - 3.3 ประเภทของคลังสินค้า
 - 3.4 การคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังสำรอง
4. การพยากรณ์
 - 4.1 ประเภทของการพยากรณ์
 - 4.2 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์
 - 4.3 ชนิดของการพยากรณ์
 - 4.4 การวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์
5. การวัดประสิทธิภาพการขนส่งสินค้าให้ทันเวลา
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของการขนส่ง

1. ความหมายของการขนส่ง

การขนส่ง (Transportation) หมายถึง การเคลื่อนย้ายคน (People) สินค้า (Goods) หรือ บริการ (Services) จากสถานที่หนึ่งไปอีกสถานที่หนึ่งที่มีความต้องการ โดยการเคลื่อนย้ายดังกล่าว ต้องก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มของสินค้า (โครงการพัฒนาหลักสูตรและการฝึกอบรม โลจิสติกส์ และซัพพลายเชน, 2558)

2. แนวคิดการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา

การส่งสินค้าให้ทันเวลา Just in time delivery หมายถึงการผลิตเพื่อส่งมอบสินค้าให้ทันเวลาเป็นจำนวนที่ลูกค้าต้องการ ตรงตามสถานที่และเงื่อนไขที่ได้ทำข้อตกลง โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ต้นทุนต่ำที่สุดและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด (สุพิรยา งามเลิศ และวีระศักดิ์ ศิริกุล, 2558)

3. กิจกรรมทางโลจิสติกส์ (Logistic activities)

กิจกรรมในกระบวนการโลจิสติกส์นี้มีหลายกิจกรรม ซึ่งแต่ละบริษัทนำมาประยุกต์ใช้ในระดับที่แตกต่างกันทำให้บริษัทมีความสนใจในแต่ละกิจกรรมไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของทางบริษัทในการบรรลุจุดประสงค์ของกิจกรรมโลจิสติกส์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (ก้านาย อภิปริชญาสกุล, 2556)

3.1 การให้บริการลูกค้า (Customer service) เป็นงานที่ดำเนินการโดยใช้ “ใจ” เป็นตัวสัมผัสถึงความพึงพอใจและประทับใจในการให้บริการ ในกระบวนการโลจิสติกส์บริษัททำหน้าที่ในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 การจัดการคำสั่งซื้อ (Order processing) กิจกรรมนี้เกี่ยวข้องกับคำสั่งซื้อของลูกค้า เป็นการบ่งบอกถึงความต้องการในตัวสินค้าชิ้นนั้น ดังนั้นทางผู้ผลิตต้องดำเนินการจัดซื้อวัตถุดิบ และวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับคำสั่งซื้อ การจัดการคำสั่งซื้อที่ดีต้องสามารถลดช่วงเวลาการรอคอยและมีความพร้อมทางด้านวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

3.3 การขนส่งสินค้า (Logistics) เป็นการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบหรือสินค้าสำเร็จรูป โดยใช้รูปแบบการขนส่งต่าง ๆ เช่นทางรถยนต์ รถไฟ ทางอากาศ ทางน้ำ และทางท่อ รวมไปถึงการเลือกเส้นทางและรูปแบบการบริการ เช่น การบริการแบบปกติหรือการบริการแบบพิเศษ ดังนั้น จึงต้องทำการบริหารจัดการให้มีต้นทุนค่าขนส่งต่ำที่สุดเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

3.4 การควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory control) สินค้าคงคลังเป็นสิ่งที่รองรับการให้บริการและความต้องการของลูกค้า การบริหารจัดการสินค้าคงคลังที่ดีควรมีการวางแผนการใช้พื้นที่ เพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพและประโยชน์สูงสุดด้านการเคลื่อนย้ายและต้นทุนการจัดเก็บ

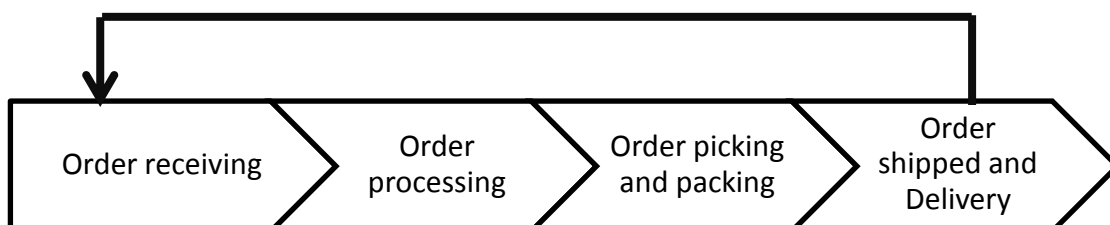
3.5 การจัดซื้อ (Purchasing หรือ Procurement) เป็นหนึ่งในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางโลจิสติกส์ เพื่อตอบสนองด้านความพร้อมและบริการของวัตถุดิบเพื่อให้กิจกรรมต่าง ๆ ดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้การจัดซื้อยังรวมไปถึงต้นทุน ความถี่ในการสั่งซื้อ และการสั่งซื้อที่ประหยัด

3.6 การผลิตและการวางแผนการผลิต (Production and planning) เป็นกระบวนการผลิตเพื่อตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้า ดังนั้นการบริหารจัดการการผลิตที่ดีจึงเริ่มต้นด้วยการพยากรณ์ และวางแผนการผลิตให้มีวัตถุดิบเพียงพอ โดยมีจุดมุ่งหมายคือการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้นทุนที่ต่ำที่สุดและผลิตให้ตอบสนองกับจำนวนความต้องการของลูกค้า

3.7 การพยากรณ์อุปสงค์ (Demand forecasting) เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับหลายฝ่ายในองค์กร เช่น ฝ่ายการตลาด ฝ่ายการผลิต ไปจนถึงฝ่ายจัดซื้อวัสดุ ทั้งนี้ทางบริษัทดำเนินการพยากรณ์อุปสงค์และสร้างตารางการผลิต เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นหนึ่งในวิธีลดปัญหาการขาดแคลนสินค้าหรือการผลิตสินค้าที่มากเกินไปเกินความต้องการ

การบริหารจัดการคำสั่งซื้อ

การจัดการคำสั่งซื้อเปรียบเสมือนเป็นส่วนกลางของระบบโลจิสติกส์ ทุก ๆ คำสั่งซื้อมีความเกี่ยวข้องกับระบบห่วงโซ่อุปทาน ดังนั้นการบริหารจัดการที่ดีคือขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อของบริษัท โดยการส่งมอบสินค้าให้ทันเวลาในจำนวนที่ลูกค้าต้องการ กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าคำสั่งซื้อของลูกค้าเป็นสิ่งที่สร้างรายได้ให้กับทางบริษัท ดังนั้นพนักงานและฝ่ายบริหารจะต้องทำการบริหารและตอบสนองคำสั่งซื้ออย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน



ภาพที่ 2-1 Order process and activity (ไชยยศ ชัยมันคง และมยุรพันธุ์ ชัยมันคง, 2554)

วงจรคำสั่งซื้อของลูกค้า

Customer order cycle วงจรคำสั่งซื้อของลูกค้ามีความเกี่ยวข้องกับ “เวลา” ในส่วนของระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต การจัดเก็บและการขนส่งสินค้า โดยวงจรคำสั่งซื้อเริ่มต้นจากกระบวนการรับคำสั่งซื้อไปจนถึงการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า

1. การรับคำสั่งซื้อของลูกค้า (Order receiving) เป็นหนึ่งในวงจรคำสั่งซื้อจากลูกค้า ทำให้ทราบถึงความต้องการในตัวสินค้า เพื่อดำเนินการจัดซื้อวัตถุดิบต่อเนื่องไปยังการผลิต และขนส่งไปยังผู้บริโภค ทั้งนี้รายละเอียดของคำสั่งซื้อประกอบด้วย หมายเลขคำสั่งซื้อ รายละเอียดสินค้า จำนวนสินค้า จำนวนเงิน วันที่ เป็นต้น
2. การจัดการคำสั่งซื้อ (Order processing) เมื่อได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า จึงดำเนินการส่งต่อไปยังฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ฝ่ายจัดซื้อวัตถุดิบ ฝ่ายการผลิต ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ และฝ่ายคลังสินค้า เพื่อตอบสนองคำสั่งซื้อให้กับลูกค้า
3. การหยิบและหีบห่อสินค้า (Order picking and packing) เมื่อดำเนินการผลิตสินค้าจนกลายเป็นสินค้าสำเร็จรูป พนักงานในคลังสินค้าจะดำเนินการหยิบและบรรจุหีบห่อตามรายการคำสั่งซื้อ เพื่อรอการขนย้ายในลำดับต่อไป
4. การจัดส่งและส่งมอบสินค้า (Order shipped and delivery) การจัดส่งสินค้านั้นเป็นองค์ประกอบสำคัญในการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า โดยมีปัจจัยสำคัญได้แก่ ระยะเวลาและรูปแบบการขนส่งมีผลกระทบต่อระยะเวลาในการดำเนินการขนส่ง เมื่อทำการบรรจุหีบห่อและขนส่งสินค้าขึ้นยานพาหนะ สินค้าเหล่านี้จะต้องผ่านพิธีการศุลกากรทั้งนำเข้าและส่งออกจากประเทศต้นทางและประเทศปลายทาง

การบริหารจัดการคลังสินค้า

สืบเนื่องมาจากคำสั่งซื้อและความต้องการของลูกค้ามีความไม่แน่นอนซึ่งยากต่อการคาดการณ์ในการผลิตและจัดเก็บ ดังนั้นการมีสินค้าคงคลังจึงเป็นประโยชน์ต่อห่วงโซ่อุปทานในเรื่องของระยะเวลาและความพร้อมในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันที ในทางกลับกันเมื่อสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้จะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และการจัดเก็บสินค้าที่คลังสินค้าเพิ่มมากขึ้นที่สุด (อัญชติ ตามไวย์, 2557, หน้า 25)

สินค้าคงคลัง (Inventory) เป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินธุรกิจ โดยนับเป็นองค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุดของต้นทุนการผลิตในผลิตภัณฑ์หลายชนิด การมีระดับสินค้าคงคลังที่เพียงพอยังเป็นการตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้าได้ทันเวลา จึงเห็นได้ว่าสินค้าคงคลังมีความสำคัญต่อกิจกรรมหลักของธุรกิจเป็นอย่างมาก (กนกพรรณ ไชยทา, 2552)

1. ความหมายของคลังสินค้า

สถานที่ที่นำไว้เก็บสินค้าเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ โดยปรากฏอยู่ในโซ่อุปทานตั้งแต่วัตถุดิบก่อนทำการผลิต ระหว่างดำเนินการผลิตและสินค้าสำเร็จรูปเพื่อรอจำหน่าย ซึ่งต้องมีกระบวนการหรือการบริหารจัดการสินค้าคงคลังให้มีต้นทุนต่ำที่สุดและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุด

2. หน้าที่ของคลังสินค้า

บทบาทหน้าที่ของคลังสินค้า หมายถึง หน้าที่ในการรับสินค้า มีการตรวจสอบจำนวน แยกแยะ จัดเก็บสินค้าให้เป็นหมวดหมู่ โดยมีการจัดการและการตรวจสอบที่เป็นระบบ มีการตรวจนับความถูกต้องที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ จำนวน สภาพและคุณภาพของสินค้า โดยคลังสินค้ามีความสำคัญในการเพิ่มความยืดหยุ่นสำหรับการบริหารงาน (Logisticscafe, 2557)

2.1 คลังสินค้ามีหน้าที่จับเก็บและจำแนกประเภทของสินค้า การจัดเก็บนั้นอาจจัดเก็บรักษาชั่วคราวหรือเป็นระยะเวลานาน โดยทำการจัดเก็บเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตสินค้าหรือเป็นสินค้าสำเร็จรูปเพื่อรอจำหน่าย

2.2 ป้องกันปัญหาความต้องการที่ไม่แน่นอนของลูกค้า ถ้าบริษัทสามารถบริหารจัดการคลังสินค้าคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลา โดยไม่เกิดผลกระทบกับห่วงโซ่อุปทานของผู้ผลิตและผู้บริโภค

2.3 ทางบริษัทได้รับผลประโยชน์ในด้านต้นทุนส่วนลดของวัตถุดิบ โดยทั่วไปถ้าทำการสั่งซื้อสินค้าจำนวนมากทำให้ได้ราคาต่อหน่วยที่ถูกกว่าและสามารถลดต้นทุนโดยนำมาพักไว้ที่คลังสินค้า

2.4 ช่วยทำให้การผลิตดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ไม่ก่อให้เกิดปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบที่มีผลกระทบกับการหยุดผลิตชั่วคราวและส่งผลให้กระบวนการของโซ่อุปทานไหลไปได้อย่างต่อเนื่อง

3. ประเภทของคลังสินค้า (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2545)

3.1 คลังสินค้าสำหรับวัตถุดิบ (Raw material) เป็นปัจจัยที่สำคัญของการผลิต เพื่อรอการแปลงสภาพเป็นสินค้าสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูป

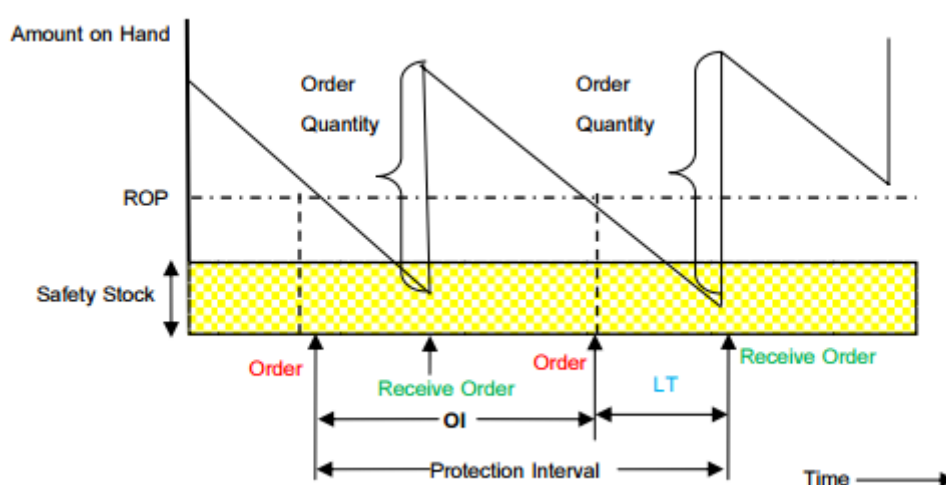
3.2 คลังสินค้าสำหรับสินค้ากึ่งสำเร็จรูป (Work in process) ในกระบวนการผลิต บางครั้งต้องมีการรอคอยหรือหยุดชะงักอันเนื่องมาจากเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง ดังนั้นจึงต้องมีคลังสินค้าเพื่อการรอคอยการผลิตในขั้นต่อไป

3.3 คลังสินค้าสำเร็จรูป (Finished goods) สำหรับจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปเพื่อจำหน่ายให้กับลูกค้า คลังสินค้าสำเร็จรูปนี้ถือว่าเป็นคลังสินค้าที่มีมูลค่าสูง ดังนั้นควรมีการจัดเก็บสินค้า

ให้อยู่ในปริมาณที่น้อยที่สุดและทำการจำหน่ายออกไปให้มากที่สุด เพื่อลดการจัดเก็บและสร้างรายได้ให้ทางบริษัท

4. การคำนวณระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม

การคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมนั้นเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญต่อระบบสินค้าคงคลัง โดยหลักการจำเป็นต้องมีสินค้าคงคลังเพื่อป้องกันความแปรผันของอุปสงค์ มิฉะนั้นจะเกิดการขาดแคลนสินค้าคงคลังและไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันที



ภาพที่ 2-2 ระดับปริมาณสินค้าคงคลัง (นิธิกุล แซ่โล, 2554)

จากภาพที่ 2-2 สามารถอธิบายได้ถึงระดับจำนวนสินค้าคงคลังลดลงอย่างสม่ำเสมอไปจนถึงจุดสั่งซื้อ (ROP) จึงทำให้เกิดกระบวนการสั่งซื้อเพื่อมาเติมเต็มระดับสินค้าคงคลัง โดยจำนวนสินค้าที่สั่งซื้อจะได้รับหลังจากช่วงเวลานำ (Lead time) ซึ่งในช่วงระยะเวลานั้นสินค้าจะลดลงไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้รับสินค้า เมื่อได้รับสินค้าระดับสินค้าในคลังจะเพิ่มสูงขึ้น หลังจากนั้นรอบการใช้งานสินค้าจะเริ่มต้นใหม่และเป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จากการงานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาระดับสินค้าคงคลังสำรองเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม

4.1 ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Minimum, safety stock) หมายถึง ปริมาณสินค้าคงคลังที่น้อยที่สุดที่ควรจะมีไว้ในคลังสินค้า เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าหรือรองรับการเปลี่ยนแปลงในด้านปัจจัยการผลิต โดยการกำหนดระดับสินค้าคงคลังนี้ขึ้นอยู่กับระดับการให้บริการและการกำหนดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งขึ้นอยู่กับนโยบายต่าง ๆ ของบริษัท

วิธีการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังสำรองมีหลายวิธีดังต่อไปนี้

4.1.1 วิธีการคำนวณแบบมาตรฐาน โดยใช้ค่าทางสถิติของอุปสงค์ เป็นวิธีการทางสถิติที่มีสมมติฐานว่าความแปรปรวนของข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) วิธีการนี้จำเป็นต้องมีความพร้อมของข้อมูล เพราะถ้าข้อมูลไม่พร้อมและไม่ถูกต้องเพียงพอวิธีการทางสถิติก็จะไม่เป็นผล

$$ss = z\sigma_d \sqrt{LT}$$

ss = ระดับสินค้าคงคลังสำรอง (Safety stock)

Z = ค่ามาตรฐานภายใต้ระดับการบริการที่กำหนดไว้ของการแจกแจงปกติ

σ_d = ความแปรปรวนของอุปสงค์หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

LT = ระยะเวลานำ (Lead time)

4.1.2 วิธีการคำนวณตามวิธีของ Herrin คือ วิธีการคำนวณสินค้าคงคลังสำรองที่ลักษณะอุปสงค์เป็นแบบฤดูกาล โดยนำค่าความแปรปรวนของอุปสงค์ของเดือนนั้น ๆ มาคำนวณแทนค่าความแปรปรวนของอุปสงค์เดิมตามวิธีมาตรฐาน

$$ss = z\sigma_{\text{may}} \sqrt{LT}$$

ss = ระดับคลังสินค้าสำรอง (Safety stock)

Z = ค่ามาตรฐานภายใต้ระดับการบริการที่กำหนดไว้ของการแจกแจงปกติ

$\sigma(\text{May})$ = ความแปรปรวนของอุปสงค์ในเดือนนั้น ๆ

LT = ระยะเวลานำ (Lead time)

4.1.3 วิธีการคำนวณแบบ Peter เป็นวิธีคำนวณเพื่อพิจารณาความแปรปรวนของปัจจัยในด้านต่าง ๆ มากขึ้น โดยทำการพิจารณาทั้งความแปรปรวนของอุปสงค์และความแปรปรวนของเวลานำ

$$ss = z \sqrt{\left(\frac{PC}{TI} \times \sigma_d^2\right) + (\sigma_{LT} \times D_{\text{avg}})^2}$$

- ss = ระดับคลังสินค้าสำรอง (Safety stock)
 Z = ค่ามาตรฐานภายใต้ระดับการบริการที่กำหนดไว้ของการแจกแจงปกติ
 $\frac{PC}{TI}$ = เวลานำที่ใช้ในกาคำนวณอุปสงค์ของช่วงเวลานั้น
 σ_d = ความแปรปรวนของอุปสงค์
 σ_{L_t} = ความแปรปรวนของช่วงเวลานำ
 D_{avg} = ค่าเฉลี่ยของอุปสงค์

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือการการคำนวณทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับความแตกต่างระหว่างการส่งสินค้าตามคาดการณ์กับการส่งมอบจริง

$$\text{ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

\bar{Y} = ความต้องการสินค้าเฉลี่ย

Y = ความต้องการสินค้า

n = จำนวนความต้องการของลูกค้า

5. การกำหนดระดับการให้บริการ (Service level)

การกำหนดระดับการให้บริการคือร้อยละระดับการให้บริการสินค้าคงคลังกับลูกค้า เป็นวิธีการวัดปริมาณสินค้าคงคลังปลอดภัยเพื่อให้สอดคล้องกับการกำหนดคุณภาพบริการ การกำหนดระดับการบริการนี้ขึ้นอยู่กับนโยบายป้องกันสินค้าขาดแคลนหรือต้นทุนสำหรับจัดเก็บสินค้าในแต่ละบริษัท ดังนั้นร้อยละจำนวนสินค้าที่ขาดแคลนจะเท่ากับ 100-ระดับการบริการ ตัวอย่างเช่น

กำหนดระดับการให้บริการไว้ที่ร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่า บริษัทสามารถตอบสนองความต้องการได้ร้อยละ 95 และมีเพียงร้อยละ 5 ที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ เป็นการบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการให้บริการรวมไปถึงรองรับความเสี่ยงในการผลิตและบริการ (ศิริภัก ชนชนันท์, 2554)

จากตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นของอุปสงค์ในช่วงเวลานำ สามารถทำการกำหนดระดับสินค้าคงคลังเพื่อลดความน่าจะเป็นในการขาดแคลนสินค้า แต่อย่างไรก็ตามในการคำนวณความน่าจะเป็นนั้น จำเป็นต้องรู้สถิติการแจกแจงของอุปสงค์ในช่วงเวลานำ โดยใช้การแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) ดังตาราง

ตารางที่ 2-1 แจกแจงความน่าจะเป็นของอุปสงค์ในช่วงเวลานำ

Z	ร้อยละระดับบริการ (Service level)	ร้อยละสินค้าขาดแคลน
0	50	50
0.5	69.1	30.9
1.0	84.1	15.9
1.1	86.4	13.6
1.2	88.5	11.5
1.3	90.3	9.7
1.4	91.9	8.1
1.5	93.3	6.7
1.6	94.5	5.5
1.7	95.5	4.5
1.8	96.4	3.6
1.9	97.1	2.9
2.0	97.7	2.3
2.1	98.2	1.8
2.2	98.6	1.4
2.3	98.9	1.1
2.4	99.2	0.8
2.5	99.4	0.6
2.6	99.6	0.5
2.7	99.6	0.4
2.8	99.7	0.3
2.9	99.8	0.2
3.0	99.9	0.1

ทฤษฎีกฎ 95 นำมาประยุกต์กับระดับการให้บริการที่ร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่าขีดความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้ามีมากถึงร้อยละ 95 และมีโอกาสที่สินค้าในคลังไม่เพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการร้อยละ 5 ดังนั้นเมื่อกำหนดระดับการให้บริการไว้ที่ร้อยละ 95 จะมีค่ามาตรฐานภายใต้ระดับการบริการที่กำหนดไว้ของการแจกแจงปกติที่ 1.645

การพยากรณ์ (Forecasting)

การพยากรณ์ คือ การคาดการณ์ความต้องการของสินค้าและบริการที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งในอนาคตและนำผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์มาใช้ประโยชน์เพื่อจัดเตรียมวัตถุดิบต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการผลิตให้พร้อม โดยทั่วไปแล้วการพยากรณ์ความต้องการจะอยู่ในช่วงระยะเวลา 1 ปีแต่ทั้งนี้มีการปรับเปลี่ยนช่วงระยะเวลาการพยากรณ์เพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์

1. ประเภทของการพยากรณ์

1.1 การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative forecasting) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลในอดีตมาพิจารณาถึงสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยหลักการทางสถิติและคณิตศาสตร์นำมาคำนวณ จุดประสงค์ของวิธีการพยากรณ์นี้คือ ต้องการชี้ให้เห็นถึงรูปแบบของข้อมูลในอดีต เพื่อนำมาวิเคราะห์รวมถึงการกำหนดทิศทางความต้องการในอนาคต

1.2 การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative forecasting) เป็นวิธีการหาค่าพยากรณ์โดยอาศัยความคิดและการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญในการคาดการณ์ค่าพยากรณ์ที่เกิดขึ้น วิธีการดังกล่าวจะเป็นประโยชน์กับการพยากรณ์ในระยะกลางและระยะยาว การพยากรณ์เชิงคุณภาพนั้นไม่มีหลักการที่แน่นอน เพียงแต่อาศัยความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้บริหารนำมาประเมินสถานการณ์ อย่างไรก็ตามการพยากรณ์เชิงคุณภาพมีทั้งข้อดีและข้อเสียในการเอาใจใส่ต่อข้อคิดเห็น และขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ

2. การเลือกเทคนิคการพยากรณ์

ก่อนการตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์ใด ๆ ควรพิจารณาถึงลักษณะของสถานการณ์ว่ามีความสอดคล้องกับลักษณะของวิธีการพยากรณ์ในด้านใดบ้าง สำหรับการพยากรณ์โดยทั่วไปแล้วมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

2.1 การพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาดังหน้า (Immediate-term forecasting)

เป็นการพยากรณ์ที่มีช่วงเวลาน้อยกว่า 1 เดือน โดยมักจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมด้านการปฏิบัติการที่อยู่ในระดับหน้างาน เป็นในส่วนของผู้บริหารระดับกลางลงไป เป็นการพยากรณ์ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพื่อการปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้นมากกว่าที่จะปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานในปัจจุบัน

2.2 การพยากรณ์ระยะสั้น (Short-term forecasting) เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ต่ำกว่า 3 เดือน ใช้พยากรณ์แต่ละสินค้าแยกเฉพาะเพื่อใช้การบริหารสินค้าคงคลัง การจัดการตารางการผลิตสายการประกอบหรือการใช้แรงงาน ในช่วงเวลาแต่ละสัปดาห์แต่ละเดือน หรือแต่ละไตรมาส หรืออีกนัยหนึ่งคือการพยากรณ์ระยะสั้นใช้ในการวางแผนระยะสั้น

2.3 การพยากรณ์ระยะปานกลาง (Medium-term forecasting) เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่มากกว่า 3 เดือนจนถึง 2 ปี ใช้พยากรณ์ทั้งกลุ่มของสินค้าหรือยอดขายรวมของบริษัท เพื่อใช้ในการวางแผนด้านบุคลากร การวางแผนการผลิต การจัดการตารางการผลิตรวม การจัดซื้อ และการกระจายสินค้า ระยะเวลาที่นิยมพยากรณ์คือ 1 ปีเพราะเป็นหนึ่งในรอบระยะเวลาบัญชี การพยากรณ์ระยะปานกลางใช้ในการวางแผนระยะปานกลาง

2.4 การพยากรณ์ระยะยาว (Long-term forecasting) เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลา 2 ปีขึ้นไป ใช้พยากรณ์ยอดขายรวมขององค์กรเพื่อใช้ในการเลือกสถานที่ตั้งของโรงงานและสิ่งอำนวยความสะดวก การวางแผนกำลังการผลิตและการจัดการกระบวนการผลิตในระยะยาว

3. ชนิดของการพยากรณ์

3.1 การใช้การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time series method) เป็นวิธีการพยากรณ์ยอดขายในอนาคต โดยคาดว่าจะมียอดขายเช่นเดียวกับปัจจุบัน โดยการพยากรณ์นี้ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มความต้องการของลูกค้า Trend ฤดูกาล season วัฏจักร Cycle

3.2 การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) เป็นการหาค่าเฉลี่ยของยอดขาย โดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นอย่างน้อย 3 ช่วงเวลาในการคำนวณ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เกิดจากการนำอุปสงค์หรือยอดขายในช่วงเวลา N ครั้งมาหารด้วยจำนวนครั้ง

$$MA_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

D_i = ค่าพยากรณ์ความต้องการในแต่ละเดือน

N = จำนวนความต้องการพยากรณ์

3.3 การปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing) เป็นการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักที่จัดค่าพยากรณ์ออกมาในรูปกาใช้สมการคำนวณ ซึ่งจะใช้ ข้อมูลเริ่มต้นค่าเดียวและถ่วงน้ำหนักโดยใช้สัมประสิทธิ์เชิงเรียบ (α) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1-\alpha) F_t$$

F_t = ค่าพยากรณ์ใหม่ที่ต้องการ

F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ช่วงที่ผ่านมา

α = ค่าคงที่ปรับเรียบ,

D_t = ความต้องการที่แท้จริง

ค่าพยากรณ์ความต้องการใหม่ = การพยากรณ์ช่วงที่ผ่านมา + (ความต้องการที่แท้จริงช่วงที่ผ่านมา - การพยากรณ์ช่วงที่ผ่านมา)

ในการคำนวณค่าพยากรณ์ปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล จะกำหนดให้ค่าพยากรณ์ค่าแรกเท่ากับค่าจริงของช่วงเวลาก่อนหน้านั้น 1 ช่วง ผลลัพธ์จากการพยากรณ์ปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลจะเห็นได้ว่าใช้ข้อมูลน้อยกว่าและได้ค่าพยากรณ์เร็วกว่าการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average)

สำหรับการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ(α) ถ้าค่า $\alpha = 1$ จะทำให้ค่าพยากรณ์ในช่วงถัดไปเท่ากับช่วงความต้องการในปัจจุบัน ถ้า α มีค่าสูงจะเป็นการให้ความสำคัญกับผลต่างข้อมูลในปัจจุบันกับค่าเฉลี่ยจริง จึงเหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะแปรปรวนมาก ถ้าค่า α มีค่าต่ำจะเป็นการให้ความสำคัญกับข้อมูลในอดีตมากกว่า ถ้าค่า α มีค่าใกล้ 0 จะส่งผลให้เส้นกราฟราบเรียบเป็นเส้นตรง ดังนั้นการใช้ค่า α ที่เหมาะสมในการคำนวณจะได้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำ

4. การวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

เป้าหมายของการพยากรณ์คือการได้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้อง โดยค่าความถูกต้องของการพยากรณ์มีมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ (Forecast error) ดังนั้นการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์จะเป็นการตรวจสอบว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความแตกต่างจากค่าจริงมากน้อยเพียงใด ณ ช่วงเวลาเดียวกัน หากค่าจริงแตกต่างกับค่าพยากรณ์มาก ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จะมีค่าสูง (โครงการพัฒนาหลักสูตรและการฝึกอบรม โลจิสติกส์และซัพพลายเชน, 2558)

เนื่องจากการพยากรณ์มีหลายวิธี โดยตัวชี้วัดที่สามารถวัดได้ว่าการพยากรณ์มีความแม่นยำมากที่สุดคือการวัดค่าความคลาดเคลื่อน เพื่อพิจารณาถึงค่าการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูล ทั้งนี้ผู้ทำการพยากรณ์ต้องทราบว่าวิธีการพยากรณ์นั้นมีประสิทธิผลเพียงไร

การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ คือการวัดจากค่าสัมประสิทธิ์ความเคลื่อนค่าจริงและค่าที่ทำพยากรณ์ ในข้อมูลต่าง ๆ โดยพิจารณาค่าจริงที่ใกล้เคียงค่าการพยากรณ์

มากที่สุด หรือมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด นั้นหมายถึงมีความแม่นยำมากและเหมาะสมกับการพยากรณ์ โดยวิธีการวัดค่าความคลาดเคลื่อนวัดได้จากค่าต่าง ๆ ต่อไปนี้

4.1 ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ Mean absolute Deviation (MAD) เป็นวิธีการที่ใช้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์โดยการพิจารณาความแตกต่างของอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าการพยากรณ์ โดยไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย ถ้าค่า MAD มีค่าความคลาดเคลื่อนยิ่งน้อย แสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์นั้นมีความแม่นยำมากขึ้น

$$MAD = \frac{\sum | \text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์} |}{n}$$

4.2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง Mean Squared Error (MSE) เป็นวิธีการที่ใช้วัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาความแตกต่างระหว่าง อุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าการพยากรณ์โดยวิธีการยกกำลังสอง ค่าความคลาดเคลื่อน MSE ยิ่งน้อย หมายถึง การพยากรณ์มีความแม่นยำ

$$MSE = \frac{\sum (\text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์})^2}{n}$$

4.3 ค่ากลางของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ Mean absolute percent deviation (MAPD) ค่า MAPD ยิ่งน้อย หมายถึงการพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ

$$MAPD = \frac{\sum | \text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์} |}{\text{ค่าจริง}} \times 100$$

4.4 ค่าเฉลี่ยของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ Mean absolute percent error (MAPE) เป็นวิธีการที่ใช้วัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เปรียบเทียบกับค่าจริง ค่าความคลาดเคลื่อนนี้เหมาะที่จะใช้ในการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุดที่มีหน่วยของการวัดแตกต่างกัน เมื่อมีใช้วิธีการพยากรณ์ชุดเดียวกัน ค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ยิ่งน้อย แสดงให้เห็นถึงค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำ

$$MAPE = \frac{\sum |D_t - F_t| / D_t \times 100}{n}$$

4.5 Tracking Signal การพิจารณาถึงวิธีการพยากรณ์ที่ให้ความแม่นยำ หาก Tracking Signal มีค่าเป็นบวกแสดงให้เห็นถึง ค่าความต้องการจริงสูงกว่าค่าพยากรณ์ ในทางกลับกัน Tracking Signal มีค่าเป็นลบแสดงถึงค่าพยากรณ์สูงกว่าค่าจริง ดังนั้นค่า Tracking Signal ที่แสดงถึงการพยากรณ์ที่แม่นยำต้องมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

$$\text{Tracking Signal} = \frac{\sum | \text{ค่าจริงในช่วงเวลา T} - \text{ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา T} |}{MAD}$$

การวัดประสิทธิภาพการส่งสินค้าให้ทันเวลา

ประสิทธิภาพในการขนส่ง (Efficiency of transportation) นั้นเน้นพัฒนาให้การขนส่งมีคุณภาพ มีมาตรฐาน และก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะประกอบไปด้วยคุณสมบัติดังนั้น

1. ความรวดเร็ว

การขนส่งที่มีความรวดเร็วสามารถที่จะทำให้สินค้าและบริการต่าง ๆ ไปสู่ตลาดได้อย่างรวดเร็ว ทันเวลาต่อความต้องการ มีความสดและมีคุณภาพเหมือนสินค้าและบริการจากแหล่งผลิต

2. ต้นทุนค่าขนส่ง

การขนส่งที่มีประสิทธิภาพคือการบริหารการขนส่งให้มีต้นทุนและค่าบริการที่ต่ำที่สุด กล่าวคือผู้ประกอบการขนส่งต้องพยายามให้ต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุดส่งผลให้การเรียกอัตราค่าสินค้าและบริการลดลง อันจะทำให้ผู้ใช้บริการประหยัดค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังสามารถสร้างกำไรให้ทางบริษัทได้มากขึ้น

3. ความปลอดภัย

ความปลอดภัยจากการสูญเสียวหรือเสียหายของสินค้า ตลอดจนความปลอดภัยของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสินค้า ซึ่งถือได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับระบบการขนส่ง และผู้ประกอบการขนส่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญเสียวและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสินค้าและบริการ

4. ความน่าเชื่อถือและความตรงต่อเวลา (Certainty and punctuality)

ถือเป็นเรื่องที่สำคัญเรื่องหนึ่งสำหรับการขนส่งเพราะการขนส่งที่ดีและมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องส่งสินค้าอย่างตรงเวลา มีกำหนดการในการขนส่งที่แน่นอนเชื่อถือได้ ภายในระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนด (ค่านาย อภิปรัชญาสกุล, 2556)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ชัยรัตน์ อัดตวนิช (2545) ทำการศึกษาเรื่อง การพยากรณ์เพื่อวางแผนการผลิตกระจกบานเกล็ด สืบเนื่องจากกระจกบานเกล็ดสีหามียอดขายไม่มากนัก จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการวางแผนล่วงหน้าในการเก็บกระจกดิบเป็นเวลา 1 ปี ทั้งนี้จึงได้เกิดงานวิจัยเพื่อศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับการวางแผนการผลิตในอีก 1 ปีข้างหน้า โดยใช้ข้อมูลในอดีตย้อนหลังรายเดือน 5 ปี ทั้งนี้ใช้ความเหมาะสมทางสถิติในการวัดความแม่นยำของการพยากรณ์ เมื่อได้ค่าพยากรณ์แล้วจึงนำมาดำเนินการหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม โดยรักษาระดับการให้บริการที่ร้อยละ 95 หลังจากนั้นใช้โปรแกรมในการวางแผนเพื่อการผลิตตามจำนวน จากการวิจัยพบว่าขนาดกระจกแต่ละชนิดใช้รูปแบบการพยากรณ์ที่แม่นยำแตกต่างกัน และพบว่าควรมีสินค้าคงคลังสำรองเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 เพื่อเพิ่มโอกาสในการขายสินค้ามากขึ้น และทำการวางแผนการผลิตสามารถลดค่าใช้จ่ายเฉลี่ยร้อยละ 5

ศิริพร ตั้งวิบูลย์พาณิชย์ (2548) ทำการศึกษาเรื่อง การปรับปรุงวัสดุคงคลังกรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตคอกซ์ ที่มาของปัญหาพบว่าไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันเวลา ส่งผลให้ส่งมอบสินค้าล่าช้า รวมไปถึงการทำงานนอกเวลาเพื่อเพิ่มผลการผลิตส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น โดยพิจารณาสาเหตุเกิดจากการขาดแคลนวัตถุดิบที่นำมาประกอบการผลิต จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการสินค้าคงคลังที่เป็นระบบ ไม่ว่าจะเป็นการจัดกลุ่มประเภทของสินค้า โดยหลักการ ABC รวมไปถึงการพยากรณ์ความต้องการของสินค้าโดยการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing) การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double exponential smoothing) และวิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's linear and seasonal exponential) จากผลการวิจัยพบว่าวิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 9 และการจัดการสินค้าคงคลังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยลดการรอกอขยวัตถุดิบร้อยละ 96.21 จากเดิมร้อยละ 92.59 หรือประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.62 และสามารถลดความสูญเสียโอกาสทางการขายเนื่องจากการรอกอขยวัสดุ ในการผลิตได้ร้อยละ 96.21

กนกพรรณ ไชยทา (2552) ได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเรื่อง การวางแผนและจัดการสินค้าคงคลังของบริษัทไทยน้ำทิพย์ จำกัด (มหาชน) โดยนำหลักการมาแบ่งระดับความสำคัญของคลังสินค้า ABC Classification มาใช้ในการตัดสินใจและนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม เริ่มต้นจากการนำระดับการให้บริการที่เป็นนโยบายของทางบริษัท มาคำนวณหาปริมาณสินค้าคงคลัง, ปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ย, ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง, จุดสั่งซื้อสินค้า หลังจากนั้นนำมาคำนวณต้นทุนในการเก็บรักษา ต้นทุนค่าเสียโอกาส แล้วจึงทำการจำลองสถานการณ์โดยการกำหนดระดับการให้บริการที่เหมาะสมแล้วคำนวณหา ปริมาณสินค้าคงคลัง ปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ย, ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง จุดสั่งซื้อสินค้าอีกรอบ เพื่อวัดประสิทธิภาพระดับการให้บริการก่อนและหลัง ผลการทดลองพบว่า สินค้าในแต่ละกลุ่มควรจะมีระดับการให้บริการที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากขึ้น และการกำหนดระดับการให้บริการที่เหมาะสมนั้นจะส่งผลให้ต้นทุนรวมของสินค้าคงคลังลดลงและเพิ่ม โอกาสในการแข่งขันมากขึ้น นั้นหมายถึงสามารถสร้างกำไรให้กับบริษัทได้มากขึ้น

กนกฤช ปิ่นทอง (2554) การศึกษาเรื่อง การพยากรณ์ชิ้นส่วนยางในรถยนต์กรณีศึกษาบริษัท อีโนเว รับเบอร์ (ประเทศไทย) งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกับยอดขายมากที่สุด สำหรับสินค้า 5 ชนิดอันประกอบด้วย ซีลกระโปรงหน้า ซีลกระบังหน้า ขอบหน้าต่างเค็ปยางรองกระจกหลัง และยางซีลกระจกหลัง โดยวิธีการพยากรณ์ 3 วิธีคือ การใช้อัตราส่วนเวลาการพยากรณ์ค่าการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การพยากรณ์หาค่าแนวโน้ม โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทั้งหมด 40 เดือน โดยใช้โปรแกรมคำนวณการพยากรณ์สำเร็จรูปแบบ seasonal หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ถึงค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยใช้วิธีการหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เพื่อพิจารณาค่าที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและใช้เครื่องมือทางสถิติ one sample t-test ทั้งนี้ได้กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนของงานวิจัยไว้ที่ร้อยละ 20 ผลจากการพยากรณ์พบว่า แต่ละผลิตภัณฑ์สามารถใช้วิธีการพยากรณ์ได้มากกว่า 1 วิธีโดยสามารถพิจารณาได้จากค่า Sig. (2tailed) และค่า SD ของความผิดพลาดในแต่ละผลิตภัณฑ์ จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่า การใช้การพยากรณ์แบบ Trend forecast เป็นการพยากรณ์ที่มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 18.5 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ทางบริษัท ได้ตั้งไว้และสามารถนำมาพยากรณ์ได้กับทุกผลิตภัณฑ์

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Lobban (2008) ได้ทำการศึกษา การพยากรณ์ความต้องการที่บริษัท Alfa Laval ซึ่งทำการผลิตอุปกรณ์สำหรับการผลิตของเหลวในอุตสาหกรรม จากปัญหาพบว่าบริษัทไม่สามารถพยากรณ์ได้ตรงตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งมีผลกระทบไปถึงจัดการวัตถุดิบเพื่อการผลิตและความต้องการของลูกค้า จึงได้ทำการศึกษารูปแบบการพยากรณ์ต่าง ๆ รวมไปถึงการหาค่าความเคลื่อนที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ เพื่อลดการจัดเก็บสินค้า ลดช่วงเวลาในการผลิตเพิ่มระดับการให้บริการ โดยวิเคราะห์สินค้าจำนวนทั้งหมด 12 ชิ้น โดยใช้การพยากรณ์การแบบอนุกรมเวลาไม่ว่าจะเป็น การพยากรณ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ การพยากรณ์ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และสามครั้ง และค่าหาความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยใช้วิธีการ MAD MAPE และ MSE จากการศึกษาพบว่า การใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ที่มากกว่า 5 ครั้งนั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดแต่ไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุดในการพยากรณ์แบบแนวโน้มหรือฤดูกาล ทั้งนี้จากการคำนวณพบว่าการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้งนั้นให้ค่าการพยากรณ์ที่เป็นบวก แต่กลับมีค่าความเคลื่อนที่สูงถึงร้อยละ 90 ด้วยวิธีการหาค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ส่วนการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสามครั้งให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด จึงนำวิธีการนี้มาใช้ในการพยากรณ์ของทางบริษัท

Zhong (2008) ทำการศึกษากิจการจัดการคลังสินค้าที่บริษัท HEM-SOL FORSALJNINGS AB ที่ทำการผลิตอุปกรณ์สำหรับการออกกำลังกาย จากการศึกษาปัญหาพบว่า ไม่มีสินค้าอยู่ในสินค้าคงคลังและการมีสินค้าคงคลังที่มากเกินไป จึงได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพและบริหารจัดการสินค้าคงคลังให้ดีขึ้น โดยทำการสัมภาษณ์ผู้จัดการและพนักงานที่เกี่ยวข้องถึงปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงศึกษาข้อมูลในอดีตเกี่ยวกับรายการคำสั่งซื้อ รายการขายและระดับสินค้าคงคลังที่ผ่านมาในอดีต โดยใช้วิธีการสุ่มและวิเคราะห์ข้อมูลตามทฤษฎี จากการศึกษาพบว่าทางบริษัทมีขีดจำกัดในเรื่องของทรัพยากรไม่ว่าจะเป็นด้านการเงิน อำนาจการต่อรอง ความต้องการที่ไม่แน่นอนของลูกค้าและการขาดระบบในการควบคุมคลังสินค้าที่ดี จึงเกิดการศึกษาค้นหาแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไข โดยวิธีการแบ่งประเภทสินค้าแบบ ABC มีการวิเคราะห์เปรียบเทียบถึง จำนวนคำสั่งซื้อ ปริมาณสินค้าคงคลังและระดับสินค้าคงคลังสำรองที่เหมาะสมพอที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของคลังสินค้า จากการศึกษาพบว่า สามารถเพิ่มมูลค่าของคลังสินค้าและสามารถสร้างการจัดการที่ดีขึ้นได้ถึงร้อยละ 50

Hofmann (2008) ทำการศึกษาเกี่ยวกับ กระบวนการที่สามารถตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้าให้ทันเวลา ซึ่งเกี่ยวข้องกับลูกค้าและผู้จัดส่งวัตถุดิบ มีวัตถุประสงค์เพื่อ การจัดการกระบวนการต่าง ๆ เพื่อส่งมอบสินค้าให้ทันเวลา โดยปัญหาที่พบคือบริษัทไม่สามารถส่งสินค้าได้ทันเวลา อันเนื่องมาจาก ผู้ส่งวัตถุดิบส่งวัตถุดิบไม่ทันเวลาทำให้บริษัทสั่งผลิตและส่งสินค้าไม่ทันเวลาด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ทางบริษัทได้พบแนวทางแก้ไขคือให้ลูกค้าส่งความต้องการล่วงหน้า 1 เดือนเพื่อให้บริษัทเตรียมการผลิตไว้ถึง 1 เดือน รวมไปถึงการใช้ระบบ ERP system ในการคำนวณและวัดประสิทธิภาพภายในองค์กรเพื่อส่งสินค้าให้ทันเวลา งานวิจัยชิ้นนี้กล่าวถึงการรักษาระดับสินค้าคงคลังสำรองเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้สามารถส่งสินค้าได้ทันเวลา รวมไปถึงการเพิ่มทักษะในตัวบุคคลากรในส่วนของการทำงานหรือการสื่อสาร ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งสินค้าให้ทันเวลามากขึ้น

Backman (2012) การจัดการและการเพิ่มประสิทธิภาพสินค้าคงคลังที่บริษัท +AB Ph Nederman & Co จำกัด โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมรวมถึงระดับการให้บริการของคลังสินค้า โดยบริษัทเชื่อว่าหากสามารถบริหารและจัดการสินค้าคงคลังได้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดี โดยมีจุดมุ่งหมายคือบริหารจัดการให้สินค้าคงคลังอยู่ในระดับต่ำที่สุดแต่มีระดับการให้บริการสูงที่สุด โดยทำการแยกประเภทสินค้าและความต้องการ ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ใช้วิธีการ matrices for SS-bas คำนวณหาระดับสินค้าคงคลังสำรองที่ระดับการให้บริการร้อยละ 94 จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อทำการกำหนดระดับจุดสั่งซื้อใหม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพสินค้าคงคลังได้มากถึงร้อยละ 15 และระดับสินค้าคงคลังสำรองที่ระดับการให้บริการร้อยละ 94 สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยได้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

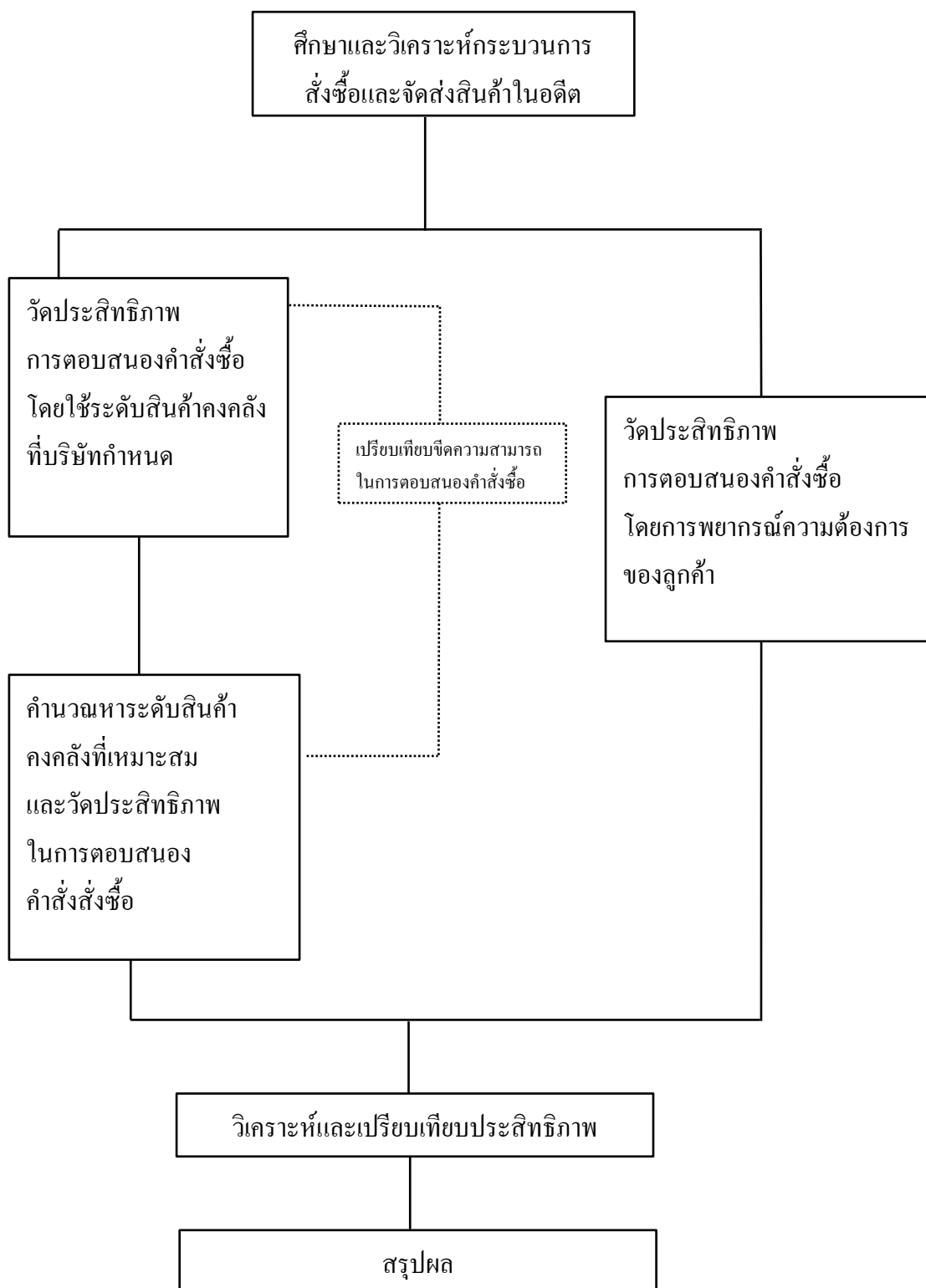
งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการตอบสนองต่อคำสั่งซื้อให้ทันเวลา โดยทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่มาของปัญหา นำไปสู่แนวทางการแก้ไขและเพิ่มศักยภาพกับบริษัทให้สามารถส่งสินค้าทันเวลามากขึ้น พร้อมทั้งสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน โดยงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม และการพยากรณ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อวัดประสิทธิภาพการตอบสนองต่อคำสั่งซื้อให้ทันเวลา

ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาถึงขีดความสามารถในการตอบสนองต่อคำสั่งซื้อ โดยการส่งสินค้าให้ทันเวลาของบริษัทประกอบบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี โดยทำการศึกษาสินค้ารหัส 001 เนื่องจากเป็นสินค้าหลักของทางบริษัทและมียอดคำสั่งซื้อที่สูง ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2558 ซึ่งถือได้ว่าเป็นช่วงไตรมาสที่ไม่สามารถส่งสินค้าให้ทันตามเวลาที่กำหนด จึงต้องทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการกำหนดระดับสินค้าคงคลังและการพยากรณ์ความต้องการถึงความสามารถในการการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา ดังนั้นเพื่อให้งานวิจัยเป็นไปด้วยความถูกต้องบรรลุมิติวัตถุประสงค์ จึงได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อและจัดส่งสินค้าในอดีต โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2558
2. คำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม เพื่อวิเคราะห์ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา นำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับระดับสินค้าคงคลังที่บริษัทกำหนด
3. การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธีการต่าง ๆ และคำนวณหาค่าความเคลื่อนของการพยากรณ์ที่น้อยที่สุด เพื่อวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อ
4. ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลา จำนวนรอบความถี่ในการขนส่งและค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า
5. สรุปผล



ภาพที่ 3-1 กระบวนการดำเนินการวิจัยเพื่อวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา

การศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อและจัดส่งสินค้าในอดีต

จากการศึกษากระบวนการสั่งซื้อและจัดส่งสินค้าของบริษัทประกอบบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี โดยเริ่มต้นพิจารณาในส่วนของการสั่งซื้อสินค้า (Purchasing order) และการจัดส่งสินค้า อันประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

วันที่ได้รับคำสั่งซื้อ (PO Date)	= วันที่ทางบริษัทได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า
วันที่ลูกค้าต้องการสินค้า (Due Date)	= วันที่ลูกค้าต้องการให้สินค้าไปถึงในสถานที่และจำนวนที่ลูกค้าต้องการ
จำนวนสินค้า (PO Quantity)	= จำนวนความต้องการสินค้าในคำสั่งซื้อสินค้า
วันที่จัดส่งสินค้า (Delivery Date)	= วันที่บริษัทดำเนินการจัดส่งสินค้า
จำนวนสินค้าที่จัดส่ง (Qty Ship)	= จำนวนสินค้าที่บริษัทดำเนินการจัดส่ง
วันที่สินค้าไปถึง (Arrived Date)	= วันที่สินค้าไปถึงมือลูกค้า

ซึ่งข้อมูลนี้เป็นคำสั่งซื้อจริงที่ทางบริษัทได้รับจากลูกค้า โดยนำข้อมูลเหล่านี้มาวัดขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา โดยสินค้าควรจะไปถึงก่อนหรือเท่ากับวันที่ลูกค้าต้องการสินค้า จึงสามารถสรุปได้ว่าทางบริษัทสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลา

การคำนวณหาระดับสินค้าคงคลัง

1. การคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม

เป็นวิธีการการคำนวณระดับสินค้าคงคลังเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มีความไม่แน่นอน อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ไม่สามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้และเป็นเหตุให้เกิดช่วงเวลาในการรอคอยการผลิต ดังนั้นจึงต้องทำการกำหนดระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมสำหรับบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้สูตรการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังสำรอง (Safety stock) ดังนี้

$$ss = z\sigma_d \sqrt{LT}$$

ss	= ระดับสินค้าคงคลังสำรองสำรอง (Safety stock)
Z	= ค่ามาตรฐานภายใต้ระดับการบริการที่กำหนดไว้ของการแจกแจงปกติ
σ_d	= ความแปรปรวนของอุปสงค์หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
LT	= ระยะเวลา นำ (Lead time)

การคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

\bar{Y} = ความต้องการสินค้าเฉลี่ย

Y = ความต้องการสินค้า

n = จำนวนความต้องการของลูกค้า

2. การวิเคราะห์ขีดความสามารถในการตอบสนองต่อคำสั่งซื้อ

ดำเนินการวัดขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ โดยการกำหนดให้ระดับสินค้าคงคลังมีปริมาณเท่ากับสิ่งที่ได้จากการคำนวณ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะนำข้อมูลการสั่งซื้อสินค้าในช่วงที่ทำการศึกษา (สิงหาคม 2558- ตุลาคม 2558) นำมาวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลากับระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม

3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อ

ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อระหว่างระดับสินค้าคงคลังที่ทางบริษัทกำหนดมีจำนวน 190 บอร์ดต่อวัน โดยผ่านโปรแกรมเฉพาะของบริษัทกับระดับสินค้าคงคลังที่ได้จากการคำนวณ เพื่อนำมาเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพการตอบสนองต่อคำสั่งซื้อ

การพยากรณ์ความต้องการ

สืบเนื่องจากปัจจุบันมีความต้องการของลูกค้าที่ไม่แน่นอน ทางบริษัทจึงไม่สามารถคาดการณ์คำสั่งซื้อของลูกค้าได้ ส่งผลให้ไม่สามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อของลูกค้าได้ทันเวลา จึงได้เกิดการศึกษาการเลือกรูปแบบการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่เหมาะสมและวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา

1. ทำการพยากรณ์โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ Moving Average 1-5 สัปดาห์

$$MA_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

D_i = ค่าพยากรณ์ความต้องการในแต่ละเดือน

N = จำนวนความต้องการพยากรณ์

2. ทำการพยากรณ์แบบ Exponential smoothing

การพยากรณ์แบบ Exponential smoothing เป็นการพยากรณ์อีกหนึ่งรูปแบบ โดยการพยากรณ์นั้นได้ใช้ค่า α ตั้งแต่ 0-1 เพื่อเปรียบเทียบค่า α ที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1})$$

F_t = ค่าพยากรณ์ใหม่ที่ต้องการ

F_{t-1} = ค่าพยากรณ์ช่วงที่ผ่านมา

α = ค่าคงที่ปรับเรียบ, $0 \leq \alpha \leq 1$

A_{t-1} = ความต้องการที่แท้จริงช่วงที่ผ่านมา

ค่าพยากรณ์ความต้องการใหม่ = การพยากรณ์ช่วงที่ผ่านมา + (ความต้องการที่แท้จริงช่วงที่ผ่านมา – การพยากรณ์ช่วงที่ผ่านมา)

3. การหาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

โดยเลือกใช้ค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์นี้ได้ใช้วิธีในการหาค่าความคลาดเคลื่อน โดยการเลือกใช้ค่าการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เพื่อบ่งบอกถึงความแม่นยำในการพยากรณ์ และความสามารถในวางแผนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

T = ช่วงเวลา

D_t = ความต้องการใช้ช่วงเวลา t

F_t = สิ่งที่เราพยากรณ์ใช้ช่วงเวลา t

N = จำนวนช่วงเวลา

3.1 Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{\sum | \text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์} |}{n}$$

3.2 Mean Absolute Percent Deviation (MAPD)

$$\text{MAPD} = \frac{\sum | \text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์} |}{\text{ค่าจริง}} \times 100$$

3.3 Mean Absolute Percent Error (MAPE)

$$\text{MAPE} = \frac{\sum | D_t - F_t | / D_t \times 100}{n}$$

3.4 Tracking Signal

$$\text{Tracking Signal} = \frac{\sum | \text{ค่าจริงในช่วงเวลา T} - \text{ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา T} |}{\text{MAD}}$$

4. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการตอบสนองต่อคำสั่งซื้อได้ทันเวลา

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการตอบสนองต่อคำสั่งซื้อได้ทันเวลา โดยการเลือกค่าพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยทำการกำหนดให้วันแรกของสัปดาห์ที่มีจำนวนสินค้าเท่ากับจำนวนที่ทำการพยากรณ์ พร้อมทั้งสรุปผลขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ โดยลูกค้าต้องได้รับสินค้าก่อนวันที่ลูกค้าต้องการสินค้า เพื่อแสดงให้เห็นว่าบริษัทสามารถส่งสินค้าได้ทันเวลา

วิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อ

ดำเนินการวิเคราะห์และเปรียบเทียบถึง วิธีการที่สามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อของลูกค้าให้ทันเวลาและมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยใช้การเปรียบเทียบระหว่างการกำหนดระดับสินค้าคงคลังและการพยากรณ์ความต้องการสินค้า ซึ่งใช้ข้อมูลคำสั่งซื้อที่เกิดขึ้นจริงในการพิจารณา

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพ ด้านขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา
2. เปรียบเทียบความถี่ในการขนส่ง เพื่อหาวิธีการที่มีความถี่ในการส่งสินค้าน้อยที่สุด

3. คำนวณต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่ง เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการที่สามารถประหยัดต้นทุนค่าขนส่งได้มากที่สุด โดยจัดส่งสินค้าไปยังประเทศเม็กซิโก ซึ่งบอร์ค อีเล็กทรอนิกส์หนึ่งบอร์คมีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม โดยทางบริษัทขายบอร์คในราคาบอร์คละ 54,000 บาท และใช้บริการการขนส่ง Freight Forwarder ของ Fedex ซึ่งมีอัตราค่าบริการ ต่อหนึ่งกิโลกรัม ดังตารางข้างต้น โดยทุก ๆ การขนส่งจะมีค่าดำเนินงานเอกสารวันละ 500 บาท

ตารางที่ 3-1 อัตราค่าขนส่งทางเครื่องบิน สกूलเงิน ไทยบาท ต่อหนึ่งกิโลกรัม

อัตราค่าขนส่งสินค้าไปยังประเทศปลายทาง (บาท)	
น้ำหนัก และสถานที่ปลายทาง	USA / Canada / Mexico
21-44	493
45-70	425
100-299	423
300-499	419
500-999	404
1000+	396

ที่มา: (Thailand Promotional Export Rates For International Priority Shipments, 2016)

สรุปผล

จากขั้นตอนที่กล่าวถึงการดำเนินการวิจัยในบทนี้ เป็นการแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการศึกษา การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผล เพื่อหาข้อสรุปผลการเปรียบเทียบการกำหนดระดับสินค้าคงคลังและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า วิธีการใดที่สามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อให้ทันเวลาได้อย่างแท้จริง และนำวิธีการนั้นมาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับทางบริษัท

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษางานวิจัยในครั้งนี้เกี่ยวข้องกับบริษัทจำหน่ายบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดชลบุรี ซึ่งดำเนินการผลิตบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์และส่งออกไปยังต่างประเทศ ซึ่งบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้มีกำลังการผลิตที่สูง รวมไปถึงสินค้ามีมูลค่าหลายหมื่นล้านบาท ทั้งนี้จึงทำการศึกษาสินค้ารหัส 001 ที่ทำการส่งออกไปยังประเทศเม็กซิโก (Mexico) ในช่วงเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2558 ซึ่งเป็นไตรมาสที่ทางบริษัทไม่สามารถตอบสนองคำสั่งซื้อให้ลูกค้าได้ทันเวลา โดยมีสาเหตุมาจากจำนวนคำสั่งซื้อที่มีมากกว่าความต้องการของลูกค้าในหลาย ๆ สัปดาห์ อีกทั้งบางคำสั่งซื้อยังมีจำนวนมากกว่าระดับสินค้าคงคลังที่กำหนด ทำให้เกิดช่วงเวลา รอคอย ส่งผลให้บริษัทไม่สามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อภายในระยะเวลาที่ลูกค้าต้องการ จึงเกิดงานวิจัยชิ้นนี้ขึ้นมาเพื่อคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม รวมไปถึงการพยากรณ์ ความต้องการของลูกค้า เพื่อเตรียมการผลิตและตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา

1. ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อและจัดส่งสินค้าในอดีต
2. กำหนดหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม
 - 2.1 วิเคราะห์ระดับสินค้าคงคลังที่บริษัทกำหนด
 - 2.2 การกำหนดหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม
3. การพยากรณ์ความต้องการ
 - 3.1 พยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average)
 - 3.2 พยากรณ์แบบปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential smoothing)
 - 3.3 ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์
 - 3.4 วัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อ
4. การวัดประสิทธิภาพระหว่างการรักษาระดับสินค้าคงคลังและการพยากรณ์
 - 4.1 วัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อ
 - 4.2 วัดประสิทธิภาพความถี่ในการขนส่ง
 - 4.3 วัดประสิทธิภาพค่าใช้จ่ายในดำเนินการขนส่งสินค้า
5. สรุปผล

ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อและจัดส่งสินค้าในอดีต

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลในอดีตมาศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อและจัดส่งสินค้าในช่วงเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2558 พบว่า มีจำนวนคำสั่งซื้อทั้งสิ้น 22 คำสั่งซื้อและมีจำนวนสินค้า 9,335 บอร์ดต่อหนึ่งไตรมาส จึงนำมาพิจารณาขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา

อย่างไรก็ตาม ขีดความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลานั้น หมายถึงสินค้าต้องไปถึงก่อนหรือพอดีกับวันที่ลูกค้าต้องการสินค้า ครอบคลุมจำนวน จึงถือว่าทางบริษัทสามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อให้ทันเวลา (Yes) ในทางกลับกันหากสินค้าไปถึงลูกค้าหลังจากวันที่ลูกค้าต้องการสินค้า แสดงให้เห็นว่าทางบริษัทไม่สามารถตอบสนองกับคำสั่งซื้อให้ทันเวลาได้ (NO) ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 4-1 ผลลัพธ์ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ

เดือน	จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลา (YES)		ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อไม่ทันเวลา (NO)		ร้อยละ	
			จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	YES	NO
ส.ค.	5	3800	2	2160	3	1640	57	43
ก.ย.	8	2680	3	1415	5	1265	53	47
ต.ค.	9	2855	0	0	9	2855	0	100
ผลรวม	22	9,335	5	3575	17	5760	38	62

จากตารางที่ 4-1 แสดงถึงผลลัพธ์ในการตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้า พบว่าในช่วงระยะเวลาหนึ่งไตรมาส มีจำนวนคำสั่งซื้อทั้งสิ้น 22 คำสั่งซื้อ เป็นจำนวนทั้งหมด 9,335 บอร์ด พบว่าทางบริษัทสามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อให้ทันเวลาได้เพียง 5 คำสั่งซื้อเป็นจำนวน 3,575 บอร์ด คิดเป็นร้อยละ 38 ซึ่งประสิทธิภาพในการส่งสินค้าให้ทันเวลานั้นอยู่ในระดับต่ำ ในทางกลับกันมีจำนวนคำสั่งซื้อที่ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าให้ทันเวลาได้สูงถึง 17 คำสั่งซื้อเป็นจำนวน 5,760 บอร์ด คิดเป็นร้อยละ 62 โดยสาเหตุหลักที่ไม่สามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้ เนื่องจากทางบริษัทไม่สามารถรักษาระดับสินค้าคงคลังได้ จึงเป็นเหตุ

ให้เกิดการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการกำหนดระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ รวมไปถึงการแก้ปัญหาความต้องการที่ไม่แน่นอนของลูกค้า จึงได้ทำการศึกษารูปแบบการพยากรณ์ที่สามารถตอบสนองสั่งซื้อให้ทันเวลา

คำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม

ศึกษารูปแบบการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมและนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมาวิเคราะห์กับข้อมูลคำสั่งซื้อที่เกิดขึ้นจริง เพื่อวัดประสิทธิภาพในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา

1. วิเคราะห์ระดับสินค้าคงคลังที่บริษัทกำหนด

ทั้งนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลในอดีตของทางบริษัทพบว่าการกำหนดระดับสินค้าคงคลังไว้ที่ 190 บอร์ดต่อวัน โดยคำนวณผ่าน โปรแกรมเฉพาะ ROP Flow Vision ของบริษัท ดังนั้นจึงนำระดับสินค้าคงคลังที่ 190 มาวิเคราะห์ถึงขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 4-2 ผลลัพธ์ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ เมื่อบริษัทกำหนดระดับสินค้าคงคลังที่ 190 บอร์ดต่อวัน

เดือน	จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลา (YES)		ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อไม่ทันเวลา (NO)		ร้อยละ	
			จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	YES	NO
ส.ค.	5	3800	2	2600	3	1200	68	32
ก.ย.	8	2680	5	2440	3	240	91	9
ต.ค.	9	2855	9	2855	0	0	100	0
ผลรวม	22	9,335	16	7895	6	1440	85	15

จากตารางที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่าระดับสินค้าคงคลังที่ทางบริษัทกำหนดผ่านโปรแกรมเฉพาะนั้นสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยการส่งมอบสินค้าให้ทันเวลาได้ถึงร้อยละ 85 เป็นจำนวนสินค้าทั้งหมด คือ 7895 บอร์ด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงขีดความสามารถในการตอบสนอง

ความต้องการของลูกค้าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดและช่วยลดปัญหาที่ทางบริษัทไม่สามารถส่งสินค้าให้ทันเวลาได้ ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 15

2. การคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม

โดยใช้สูตรการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังสำรอง เพื่อจำลองสถานการณ์การตอบสนองคำสั่งซื้อและพิจารณาถึงขีดความสามารถในการส่งสินค้าได้ทันเวลา โดยกำหนดระดับการให้บริการที่ร้อยละ 95 ซึ่งเป็นระดับการบริการตามนโยบายทางบริษัทและในงานวิจัยส่วนใหญ่ใช้ระดับการบริการที่ร้อยละ 95 เป็นกรณีศึกษา

2.1 การคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้ข้อมูลความต้องการที่ได้รับจากลูกค้าในช่วงเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2558

ตารางที่ 4-3 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยพิจารณาจากความต้องการที่ได้รับจากลูกค้า

สัปดาห์	วันที่	ความต้องการ ที่ได้รับจาก ลูกค้า	ค่าเฉลี่ย	$(Y-\bar{Y})$	$(Y-\bar{Y})^2$
1	8/ 3/ 2558	1250	962	288	82944
2	8/ 10/ 2558	2380	962	1418	2010724
3	8/ 17/ 2558	500	962	-462	213444
4	8/ 24/ 2558	805	962	-157	24649
5	8/ 31/ 2558	980	962	18	324
6	9/ 7/ 2558	915	962	-47	2209
7	9/ 14/ 2558	485	962	-477	227529
8	9/ 21/ 2558	565	962	-397	157609
9	9/ 28/ 2558	705	962	-257	66049
10	10/ 5/ 2558	1365	962	403	162409
11	10/ 12/ 2558	800	962	-162	26244
12	10/ 19/ 2558	600	962	-362	131044
13	10/ 26/ 2558	1155	962	193	37249
	Average	961.92308		sum	3142437

$$\text{ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{3142437}{13-1}} = 512$$

ดังนั้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 512 ซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณได้นี้ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อสัปดาห์ จึงจำเป็นต้องหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยเฉลี่ยต่อวันทำงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงหารด้วยจำนวนวันทำงานด้วย $6 = 512 \div 6 = 85.3$ หรือประมาณ 85 บอร์ด ต่อวัน

2.2 การคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังสำรอง จากการคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 85 บอร์ดต่อ 1 วัน จึงนำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม โดยทางบริษัทมีระยะเวลาในการผลิตสินค้าคือ 3 วัน และกำหนดระดับสินค้าคงคลังมีผลต่อระดับการบริการลูกค้า (Service level) ที่ร้อยละ 95 ซึ่งเป็นระดับการให้บริการที่งานวิจัยส่วนมากได้ทำการศึกษา อีกทั้งบริษัทมีนโยบายในการกำหนดระดับการให้บริการสินค้าคงคลังไว้ที่ร้อยละ 95 ซึ่งมีค่า Z หรือค่าระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 1.645 นั้นแสดงให้เห็นถึงความน่าจะเป็นที่จะขาดสินค้าคงคลังอยู่ร้อยละ 5 และมีสินค้าเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ร้อยละ 95 เพื่อป้องกันสินค้าขาดมือและรักษาต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ดังนั้นจึงแสดงขั้นตอนการคำนวณหาปริมาณสินค้าคงคลังสำรองดังนี้

การคำนวณหาปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Safety stock)

$$ss = z \times \sqrt{LT \times \sigma^2}$$

SS = ปริมาณ Safety stock

Z = ค่าระดับความเชื่อมั่นว่าจะมีสินค้าเพียงพอกับความต้องการ

σ = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราความต้องการสินค้า

d = จำนวนความต้องการต่อวัน นำมาจากข้อมูล EDI ของลูกค้า

L = ระยะเวลาในการสั่งซื้อ (Lead time)

โดยจากการคำนวณในเรื่องต้นเกี่ยวกับ ระดับการให้บริการที่ ร้อยละ 95 ดังนั้นจึงมีค่า Z (พื้นที่ใต้เส้นเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 1.645)

σ = 85 บอร์ดต่อหนึ่งวัน

Lead time (LT) ระยะเวลาในการผลิต = 3 วัน

$$SS = Z \times \sqrt{LT \times \sigma^2}$$

$$SS = 1.645 \times \sqrt{3 \times 85^2}$$

$$SS = 243.81 \text{ ประมาณ } 243 \text{ บอร์ด}$$

จากผลการคำนวณพบว่าการรักษาระดับการบริการไว้ที่ร้อยละ 95 จำเป็นต้องมีระดับสินค้าคงคลังสำรองอยู่ที่ 243 บอร์ด ดังนั้นการเพิ่มหรือลดระดับการให้บริการจำเป็นต้องขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงนโยบายของบริษัทหรือการรักษาต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังสามารถปรับเปลี่ยนระดับการให้บริการได้ จากการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังสำรองที่ระดับการให้บริการอื่น ผู้วิจัยได้แสดงผลดังตารางด้านล่าง เช่น บริษัทต้องการระดับการให้บริการ อยู่ที่ร้อยละ 55 นั้นหมายความว่าควรจะมีระดับสินค้าคงคลังสำรองอยู่ที่ 18 บอร์ดและแสดงถึง มีโอกาสที่สินค้าขาดมือมากถึงร้อยละ 45 เป็นต้น

ตารางที่ 4-4 ระดับปริมาณสินค้าคงคลังที่ระดับการให้บริการ

ระดับการให้บริการ ร้อยละ	ค่า Z	SS
50	0	0
55	0.125	19
60	0.255	38
70	0.525	78
75	0.675	100
80	0.845	125
85	1	148
90	1.285	190
95	1.645	243
98	2	295
99	2.33	344

2.3 จากการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากระดับการให้บริการที่ร้อยละ 95 พบว่าบริษัทควรมีสินค้าคงคลังอยู่ที่ 243 บอร์ด โดยกำหนดให้ทุกวันนี้ระดับสินค้าคงคลังที่เป็นบอร์ดสำเร็จรูปพร้อมส่งอยู่ที่ 243 บอร์ด ต่อ 1 วัน หลังจากนั้นจึงนำมาพิจารณากับกระบวนการรับคำสั่งซื้อและการจัดส่งสินค้า พร้อมทั้งวัดระดับประสิทธิภาพของระดับสินค้าคงคลังรวมไปถึงขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลาได้ผลดังตาราง ดังนี้

ตารางที่ 4-5 ผลลัพธ์ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ ที่ระดับสินค้าคงคลังเท่ากับ 243 ซึ่งคำนวณได้จากการศึกษาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม

เดือน	จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลา (YES)		ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อไม่ทันเวลา (NO)		ร้อยละ	
			จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	YES	NO
ส.ค.	5	3800	4	3168	1	632	83	17
ก.ย.	8	2680	8	2680	0	0	100	0
ต.ค.	9	2855	9	2855	0	0	100	0
ผลรวม	22	9,335	21	8703	1	632	93	7

จากตารางที่ 4-5 แสดงให้เห็นถึงขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลาจากการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมที่จำนวน 243 บอร์ดต่อวัน โดยสามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อของลูกค้าได้มากถึงร้อยละ 93 เป็นจำนวน 8,703 บอร์ดและ 21 คำสั่งซื้อ ดังนั้นการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมส่งผลให้ทางบริษัทสามารถส่งมอบสินค้าได้ทันเวลามากขึ้น

การพยากรณ์ความต้องการ

การพยากรณ์เป็นวิธีการหนึ่งในคาดการณ์ความต้องการของลูกค้าเพื่อวางแผนการผลิต หากทางบริษัทสามารถทำการพยากรณ์ได้แม่นยำและวางแผนการผลิตตามการพยากรณ์ น่าจะเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้บริษัทสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลามากขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการ

พยากรณ์โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ในช่วง 1-5 สัปดาห์ และวิธีการพยากรณ์ปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential smoothing) ที่ค่า α ตั้งแต่ 0-1 เนื่องจากทั้งสองรูปแบบเป็นการพยากรณ์เชิงปริมาณ ซึ่งค่าพยากรณ์จะถูกปรับให้มีความถูกต้องมากที่สุด และนำผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์มาหาค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด เพื่อนำผลที่ได้มาวัดประสิทธิภาพการส่งสินค้าให้ทันเวลา

1. การพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average)

ทำการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยนำข้อมูลความต้องการที่ได้รับจากลูกค้ามาทำการพยากรณ์ ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) โดยการกำหนดการพยากรณ์ไว้ที่ 1-5 สัปดาห์ ได้ผล ดังนี้

$$MA_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

ตารางที่ 4-6 ผลการพยากรณ์โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) 1-5 สัปดาห์

WK	EDI	การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่/ สัปดาห์					Actual
		1	2	3	4	5	
6/ 29/ 2558	910						
7/ 6/ 2558	1445						
7/ 13/ 2558	1135						
7/ 20/ 2558	1235						
7/ 27/ 2558	1320						
8/ 3/ 2558	1250	1320	1278	1230	1284	1209	1600
8/ 10/ 2558	2380	1250	1285	1268	1235	1277	850
8/ 17/ 2558	500	2380	1815	1650	1546	1464	950
8/ 24/ 2558	805	500	1440	1377	1363	1337	200
8/ 31/ 2558	980	805	653	1228	1234	1251	870
9/ 7/ 2558	915	980	893	762	1166	1183	430
9/ 14/ 2558	485	915	948	900	800	1116	265
9/ 21/ 2558	565	485	700	793	796	737	1560

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

WK	EDI	การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่/ สัปดาห์					Actual
		1	2	3	4	5	
9/ 28/ 2558	705	565	525	655	736	750	965
10/ 5/ 2558	1365	705	635	585	668	730	490
10/ 12/ 2558	800	1365	1035	878	780	807	290
10/ 19/ 2558	600	800	1083	957	859	784	615
10/ 26/ 2558	1155	600	700	922	868	807	720

จากตารางข้างต้นเป็นผลลัพธ์ของการพยากรณ์โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ที่การพยากรณ์ 1-5 สัปดาห์

2. การพยากรณ์ปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing)

การพยากรณ์ปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing) เป็นอีกหนึ่งรูปแบบของการพยากรณ์ โดยทำการพยากรณ์ใช้ค่า α ตั้งแต่ 0-1

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1-\alpha) F_t$$

กำหนดให้ F_t = ค่าพยากรณ์ใหม่ที่ต้องการ

F_{t-1} = ค่าพยากรณ์ช่วงที่ผ่านมา

α = ค่าคงที่ปรับเรียบ, $0 \leq \alpha \leq 1$

D_t = ความต้องการที่แท้จริง

ค่าพยากรณ์ความต้องการใหม่ = การพยากรณ์ช่วงที่ผ่านมา + (ความต้องการที่แท้จริง ช่วงที่ผ่านมา - การพยากรณ์ช่วงที่ผ่านมา) การหาค่า α สำหรับการพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing) จะทำการแจกแจงค่า α ตั้งแต่ 0 ถึง 1 ได้ผลพยากรณ์ดังตาราง

ตารางที่ 4-7 ผลการพยากรณ์โดยใช้วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing)
โดยค่า α ตั้งแต่ 0 ถึง 1

WK	Demand	ค่า α											Actual
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
7/ 27/ 2558	1320												
8/ 3/ 2558	1250	0	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1600
8/ 10/ 2558	2380	0	1313	1306	1299	1292	1306	1278	1271	1264	1257	1250	850
8/ 17/ 2558	500	0	1420	1521	1623	1727	1521	1939	2047	2157	2268	2380	950
8/ 24/ 2558	805	0	1328	1317	1286	1236	1317	1076	964	831	677	500	200
8/ 31/ 2558	980	0	1275	1214	1142	1064	1214	913	853	810	792	805	870
9/ 7/ 2558	915	0	1246	1167	1093	1030	1167	953	942	946	961	980	430
09/ 14/ 2558	485	0	1213	1117	1040	984	1117	930	923	921	920	915	265
09/ 21/ 2558	565	0	1140	991	873	784	991	663	616	572	528	485	1560
09/ 28/ 2558	705	0	1083	905	781	697	905	604	580	566	561	565	965
10/ 5/ 2558	1365	0	1045	865	758	700	865	665	668	677	691	705	490
10/ 12/ 2558	800	0	1077	965	940	966	965	1085	1156	1227	1298	1365	290
10/ 19/ 2558	600	0	1049	932	898	900	932	914	907	885	850	800	615
10/ 26/ 2558	1155	0	1004	866	809	780	866	726	692	657	625	600	720

3. ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

นำการพยากรณ์มาหาค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีการคำนวณแบบ ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ Mean absolute Deviation (MAD), ค่ากลางของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ Mean absolute percent deviation (MAPD), ค่าเฉลี่ยของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ Mean absolute percent error (MAPE) และ Tracking Signal โดยเลือกใช้ค่าการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เพื่อแสดงถึงความแม่นยำในการพยากรณ์ และสามารถวางแผนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 4-8 ผลสรุปผลค่าความคลาดเคลื่อน

ค่าพยากรณ์	MAD	MAPD	MAPE	Tracking Signal
Moving average 1 wk	481	50	63	-0.34
Moving average 2 wk	469	49	60	-1.03
Moving average 3 wk	415	43	52	-1.70
Moving average 4 wk	395	41	47	-2.10
Moving average 5 wk	400	42	49	-2.37
Exponential smoothing $\alpha = 0$	962	100	100	13.00
Exponential smoothing $\alpha = 0.1$	468	49	63	-6.43
Exponential smoothing $\alpha = 0.2$	439	46	57	-4.51
Exponential smoothing $\alpha = 0.3$	417	43	53	-3.26
Exponential smoothing $\alpha = 0.4$	404	42	51	-2.42
Exponential smoothing $\alpha = 0.5$	439	46	57	-4.51
Exponential smoothing $\alpha = 0.6$	412	43	53	-1.36
Exponential smoothing $\alpha = 0.7$	421	44	54	-1.03
Exponential smoothing $\alpha = 0.8$	427	44	55	-0.78
Exponential smoothing $\alpha = 0.9$	453	47	59	-0.54
Exponential smoothing $\alpha = 1$	481	50	63	-0.34

จากตารางค่าความคลาดเคลื่อนข้างต้น โดยพิจารณาวิธีการคำนวณแบบค่าเฉลี่ยของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เนื่องจากงานวิจัยส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ใช้วิธี ค่าเฉลี่ยของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ในการวัดค่าความคลาดเคลื่อน และวิธีนี้นิยมใช้ในสากล จากตารางจะเห็นได้ว่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุด คือ 41 โดยการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ที่ 4 สัปดาห์ แสดงถึงการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุด

4. การวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อ

การวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อ โดยนำผลที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ที่ 4 สัปดาห์ นำมาวิเคราะห์ถึงขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลา ได้ผลตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 4-9 ผลลัพธ์ชี้วัดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อที่การพยากรณ์ความต้องการ โดยการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ที่ 4 สัปดาห์

เดือน	จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	ชี้วัดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลา (YES)		ชี้วัดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อไม่ทันเวลา (NO)		ร้อยละ	
			จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	จำนวนใบสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	YES	NO
ส.ค.	5	3800	4	3484	1	316	83	17
ก.ย.	8	2680	8	2680	0	0	100	0
ต.ค.	9	2855	9	2855	0	0	100	0
ผลรวม	22	9,335	21	9018	1	316	97	3

จากตารางที่ 4-9 แสดงให้เห็นว่าการคำนวณค่าพยากรณ์ด้วยจากความต้องการที่ได้รับจากลูกค้าโดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ที่ 4 สัปดาห์ และเปรียบเทียบกับจำนวนคำสั่งซื้อที่มาจากจริง สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลาได้ถึงร้อยละ 97 จากจำนวนคำสั่งซื้อทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์มีชี้วัดความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวัดประสิทธิภาพระหว่างการรักษาระดับสินค้าคงคลังและการพยากรณ์

การวัดประสิทธิภาพระหว่างการรักษาระดับสินค้าคงคลังและการพยากรณ์ โดยทำการวัดที่ชี้วัดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา ต้นทุนค่าขนส่งและควมดีในการขนส่ง

1. การวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อ

การตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลานั้นมีปัจจัยด้านเวลาและจำนวนที่เป็นตัวแปรสำคัญในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อ โดยสินค้าไปถึงในเวลาที่ถูกสั่งความต้องการนั้นแสดงว่า บริษัทสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลา ในทางกลับกันถ้าสินค้าไปถึงลูกค้าหลังจากวันที่ลูกค้าต้องการสินค้า นั้นแสดงถึงว่าทางบริษัทไม่สามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลา ทั้งนี้จะแบ่งการการวัดประสิทธิภาพเป็นสองส่วน ได้แก่ จำนวนใบสั่งซื้อ (No) และ จำนวนสินค้า (Qty)

วันที่ลูกค้าได้รับสินค้า (Received Date) ก่อนหรือเท่ากับ วันที่ลูกค้าต้องการสินค้า
(Due Date) = ทันเวลา (Yes)

วันที่ลูกค้าได้รับสินค้า (Received Date) หลังจากวันที่ลูกค้าต้องการสินค้า
(Due date) = ไม่ทันเวลา (No)

1.1 ชัดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลาโดยพิจารณาจากจำนวนใบสั่งซื้อ ที่มีทั้งสิ้น 22 คำสั่งซื้อ หากหนึ่งในใบที่สั่งซื้อมีบางจำนวนที่ไม่สามารถไปถึงในเวลาที่กำหนด เป็นแสดงว่าไม่สามารถตอบสนองคำสั่งซื้อนั้นได้

ตารางที่ 4-10 ผลการวัดประสิทธิภาพในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา โดยพิจารณาจากจำนวนใบคำสั่งซื้อ

การวัดประสิทธิภาพในการตอบสนองคำสั่งซื้อ	จำนวนใบสั่งซื้อ	ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ		ร้อยละขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ	
		YES	NO	YES	NO
ผลการดำเนินงานที่ผ่านมา	22	5	17	23	77
ระดับสินค้าคงคลังที่บริษัทกำหนด 190 บอร์ด		16	6	73	27
ระดับสินค้าคงคลังที่ได้จากการคำนวณ 243 บอร์ด		21	1	96	4
การพยากรณ์		21	1	96	4

จากตารางที่ 4-10 เป็นตารางที่แสดงถึงผลการวัดประสิทธิภาพในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา โดยพิจารณาจากจำนวนใบคำสั่งซื้อ ทั้งนี้ทางบริษัทได้รับคำสั่งซื้อทั้งสิ้น 22 คำสั่งซื้อในช่วงเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2558 จากผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมและการพยากรณ์สามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อให้ทันเวลาได้ถึง 21 คำสั่งซื้อ คิดเป็นร้อยละ 96 มีเพียง 1 คำสั่งซื้อที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้

1.2 ชีตความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา โดยพิจารณาจากจำนวนสินค้าในใบสั่งซื้อ มีจำนวนทั้งสิ้น 9,335 บอร์ดต่อ 22 คำสั่งซื้อ ซึ่งสามารถวัดขีดความสามารถและสรุปผลได้ดังตาราง

ตารางที่ 4-11 ผลการวัดประสิทธิภาพในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา โดยพิจารณาจากจำนวนสินค้า

การวัดประสิทธิภาพในการตอบสนองคำสั่งซื้อ	จำนวนสินค้า	ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ		ร้อยละขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ	
		YES	NO	YES	NO
ข้อมูลในอดีต	9,335	3575	5760	38	62
ระดับสินค้าคงคลังที่บริษัทกำหนด 190 บอร์ด		7895	1440	85	15
ระดับสินค้าคงคลังที่ได้จากการคำนวณ 243 บอร์ด		8703	632	93	7
การพยากรณ์		9018	316	97	3

จากตารางที่ 4-11 สรุปได้ว่า ทางบริษัทได้รับคำสั่งซื้อ 22 คำสั่งซื้อ เป็นจำนวน 9,335 บอร์ด ซึ่งการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมและการพยากรณ์สามารถตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลาได้มากเกินร้อยละ 90 โดยการพยากรณ์สามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้ถึง 9018 บอร์ดจากจำนวนทั้งสิ้น 9,335 คิดเป็นร้อยละ 97 ซึ่งมีขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อมากที่สุด

2. การวัดประสิทธิภาพความถี่ในการขนส่ง

การวัดประสิทธิภาพความถี่ในการขนส่ง ในทางปฏิบัตินั้นทางบริษัทควรส่งสินค้าให้ครบจำนวนตามใบสั่งซื้อภายในครั้งเดียวกัน เพื่อหลีกเลี่ยงขั้นตอนการดำเนินการหลายครั้ง ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการส่งออกหรือรับสินค้า แต่ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดในการผลิต การจัดเก็บสินค้า รวมไปถึงการผลิตตามการพยากรณ์ ทำให้ไม่สามารถส่งสินค้าได้ในคราวเดียวกัน

จึงต้องแบ่งจำนวนสินค้าเพื่อทำการขนส่ง ดังนั้นจึงสามารถวัดประสิทธิภาพความถี่ในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดังตาราง

ตารางที่ 4-12 ความถี่ในการขนส่งสินค้า

การวัดประสิทธิภาพความถี่ของการขนส่ง	ความถี่ในการขนส่ง (ครั้ง/ไตรมาส)
ข้อมูลในอดีต	59
ระดับสินค้าคงคลังที่บริษัทกำหนด 190 บอร์ด	65
ระดับสินค้าคงคลังจากการคำนวณ 243 บอร์ด	52
การพยากรณ์	23

จากตารางที่ 4-12 การวัดประสิทธิภาพความถี่ในการขนส่งนั้น แสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์มีความถี่ในการขนส่งน้อยที่สุดคือ 23 ครั้งของจำนวนคำสั่งซื้อทั้งหมดคือ 22 คำสั่งซื้อ แสดงให้เห็นถึงทันทีที่บริษัทได้รับคำสั่งซื้อสามารถดำเนินการจัดส่งสินค้าเพื่อตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันที มีเพียงแค่ 1 คำสั่งซื้อเท่านั้นที่จะต้องเพิ่มความถี่และทำการแบ่งจำนวนสำหรับจัดส่งสินค้า

3. วัดประสิทธิภาพค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่งสินค้า

วัดประสิทธิภาพค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่งสินค้า เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการใดสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้ดีที่สุด เนื่องจากแต่ละวันได้มีการดำเนินการส่งสินค้าในจำนวนและน้ำหนักที่ไม่เท่ากัน ส่งผลให้มีอัตราค่าบริการที่ต่างกัน ดังนั้นจึงคำนวณค่าใช้จ่ายการขนส่งในแต่ละวิธีการ ซึ่งรายละเอียดการขนส่งประกอบด้วยบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์หนึ่งบอร์ด มีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม ทำการส่งสินค้าไปยังประเทศเม็กซิโก (Mexico) โดยทางบริษัทขายบอร์ด ในราคาบอร์ดละ 54,000 บาท และใช้บริการการขนส่ง Freight Forwarder ของ Fedex ได้ต้นทุนค่าขนส่งดังสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 4-13 ผลลัพธ์ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่งทั้ง 3 รูปแบบ

การวัดประสิทธิภาพค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่ง	ต้นทุนค่าขนส่งสินค้า (บาท/ ไตรมาส)
ค่าขนส่งจากคำสั่งซื้อที่แท้จริง	18,763,675
ค่าขนส่งจากการกำหนดระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม	18,531,725
ค่าขนส่งจากการพยากรณ์ความต้องการสินค้า	18,498,800

จากตารางที่ 4-13 แสดงให้เห็นถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่งด้วยวิธีการต่าง ๆ พบว่าการพยากรณ์ความต้องการสินค้านี้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุดเพียง 18,498,800 บาท ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมถึง 32,925 บาท และมีค่าขนส่งน้อยกว่าการขนส่งในอดีตถึง 264,875 บาท

สรุปผล

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบว่า การคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม และการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าเพื่อวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา ทั้งสองวิธีสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนองต่อคำสั่งซื้อได้มากเกินร้อยละ 90 ซึ่งมีขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้ออยู่ในระดับที่สูง แต่อย่างไรก็ตามหากพิจารณาให้ด้านของความถี่และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่ง การพยากรณ์สามารถให้ความถี่และค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด

ในส่วนของการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมเพื่อตอบสนองต่อคำสั่งซื้อของลูกค้าที่ระดับการให้บริการร้อยละ 95 แสดงให้เห็นถึงขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อถึงร้อยละ 93 ซึ่งบางครั้งจำนวนคำสั่งซื้อที่มีมากเกินไปกว่าระดับสินค้าคงคลัง ส่งผลให้ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการได้ในทันที จึงทำให้เกิดความถี่ในการขนส่งหลายครั้ง

แต่อย่างไรก็ตามการนำรูปแบบการพยากรณ์มาวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลาสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้มากถึงร้อยละ 97 การพยากรณ์ยังให้ความแม่นยำในส่วนของความต้องการของลูกค้าที่จะมาแต่ละสัปดาห์และยังสามารถวางแผนการผลิต เพื่อให้สินค้าเพียงพอในการตอบสนองคำสั่งซื้อ พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับช่วงไตรมาสอื่น ๆ ของทางบริษัท อย่างไรก็ตามการพยากรณ์นั้นมีขั้นตอนในการคำนวณและหาค่าความคลาดเคลื่อนหลายขั้นตอน ซึ่งยังต้องใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์ผล

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ให้ข้อสรุปว่า การพยากรณ์ ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) 4 สัปดาห์ เป็นวิธีการที่สามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อของลูกค้าได้ทันเวลามากที่สุดถึงร้อยละ 97 และประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่ง รวมไปถึงความถี่ในการจัดส่งสินค้า

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิเคราะห์ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา โดยการเปรียบเทียบระหว่างการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม และการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า เพื่อวัดประสิทธิภาพในการขนส่งให้ทันเวลา ความถี่ในการดำเนินการขนส่ง รวมไปถึงต้นทุนการขนส่งสรุปผลได้ดังนี้

จากการศึกษาข้อมูลในอดีตพบว่าบริษัทมีคำสั่งซื้อทั้งสิ้น 22 คำสั่งซื้อเป็นจำนวน 9,335 บอร์ด ซึ่งสามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อได้เพียงร้อยละ 40 ซึ่งมีขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้ออยู่ในระดับที่ต่ำ แต่อย่างไรก็ตามได้ทำการศึกษาระดับสินค้าคงคลังที่ทางบริษัทกำหนดคือ 190 บอร์ด พบว่าสามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อได้ร้อยละ 85 ดังนั้นจึงเกิดแนวทางในการคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม ซึ่งระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมคือ 243 บอร์ดต่อวัน ส่งผลให้สามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อทันเวลาถึงร้อยละ 93 เห็นได้ว่าขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 8

การศึกษารูปแบบในการพยากรณ์สินค้าเพื่อตอบสนองคำสั่งซื้อด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ที่ 1-5 สัปดาห์ และ การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing) ที่ค่า α ตั้งแต่ 0-1 และใช้วิธีการร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ในการหาค่าความคลาดเคลื่อน จากการศึกษาพบว่าวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ที่ 4 สัปดาห์ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงนำผลลัพธ์ที่ได้มาวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา พบว่ามีขีดความสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้สูงถึงร้อยละ 97 ซึ่งอยู่ในระดับที่สูงมาก

ดังนั้น จึงนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณทั้ง 2 วิธีการนำมาวัดประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อให้ทันเวลา จึงได้ข้อสรุปว่าแต่ละวิธีการล้วนเพิ่มขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ แต่การพยากรณ์ความต้องการสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อได้ดีที่สุดถึงร้อยละ 97 โดยใช้ความถี่ในการดำเนินการขนส่งน้อยที่สุดเพียง 23 ครั้ง และมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุดเพียง 18,498,800 บาท

สุดท้ายนี้ จากการศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้า พบว่า หากบริษัทสามารถบริหารจัดการระดับสินค้าคงคลังหรือความต้องการของลูกค้าได้อย่าง

มีประสิทธิภาพย่อมสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลาและเป็นโอกาสสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันในภาคธุรกิจพร้อมทั้งสร้างความประทับใจในการบริการให้กับลูกค้า

ข้อเสนอแนะ

1. ช่วงระยะเวลาในการวิจัย

ช่วงระยะเวลาในการศึกษางานวิจัยชิ้นนี้คือ เดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2558 ซึ่งเป็นไตรมาสที่มีคำสั่งซื้อมากที่สุดและที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลา ดังนั้น ผู้ที่สนใจทำการศึกษสามารถเพิ่มเติมในการขยายขอบเขตช่วงเวลา เช่น 12 เดือนหรือในช่วงไตรมาสอื่น เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาครั้งต่อไป

2. การคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม

การศึกษาครั้งนี้ใช้สูตรการหาระดับสินค้าคงคลังสำรองนำมาคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม โดยใช้สูตรเพียงสูตรเดียวในการคำนวณและกำหนดระดับการให้บริการที่ร้อยละ 95 อย่างไรก็ตามมีวิธีการหาระดับสินค้าคงคลังสำรองได้หลายวิธีการและสามารถกำหนดระดับการให้บริการได้หลายระดับ ดังนั้นผู้ที่สนใจสามารถเลือกรูปแบบการคำนวณและระดับการให้บริการต่าง ๆ มาเป็นแนวทางในการศึกษา

3. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่ง

จากการศึกษาครั้งนี้คำนวณค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าด้วยการขนส่งทางอากาศ (เครื่องบิน) โดยใช้บริการขนส่งของบริษัท FedEx ในการคำนวณค่าระวางสินค้า ในอนาคตหากผู้ที่สนใจทำการศึกษสามารถเลือกรูปแบบการขนส่งด้วยวิธีการอื่นเช่นทางทะเลหรือทางบก เพื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่งที่น้อยที่สุด

บรรณานุกรม

- กนกพรรณ ไชยทา. (2552). *กระบวนการวางแผนและการจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษาบริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด*. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาวิชาบริหารธุรกิจ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คชกฤษ ปั่นทอง. (2554). *การพยากรณ์ชิ้นส่วนภายในรถยนต์ กรณีศึกษา บริษัทอีโนเวิร์ฟเบอร์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)*. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจัดการ วิศวกรรมธุรกิจ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- คำนาย อภิปรัชญาสกุล. (2556). *การจัดการคลังสินค้าและการกระจายสินค้า*. กรุงเทพฯ: โฟกัสมีเดีย.
- โครงการพัฒนาหลักสูตรและการฝึกอบรมโลจิสติกส์และซัพพลายเชน. (2558). *เทคนิคการพยากรณ์*. เข้าถึงได้จาก <http://www.logisticscorner.com/Docfiles/inventory/Forecasting.pdf>
- ชัยรัตน์ อัดตวนิช. (2545). *การพยากรณ์เพื่อวางแผนการผลิต: กรณีศึกษาโรงงานกระจกบานเกล็ด*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชุมพล ศฤงคารศิริ. (2545). *การวางแผนและควบคุมการผลิต*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น.
- ไชยยศ ไชยมันคง และมยุรพันธ์ ไชยมันคง. (2554). *กลยุทธ์การขนส่ง (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: ดวงกมลชัย.
- นิธิกุล แซ่โล. (2554). *การพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมสินค้าคงคลังและควบคุมการสั่งซื้อใน กระบวนการผลิตอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมจัดการอุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศิริภัก ธนชลนันท์. (2554). *การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดซื้อเพื่อการแข่งขันทางธุรกิจ กรณีศึกษา ร้าน เอ็น เอส แอร์*, วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจัดการ โลจิสติกส์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ศิริพร ตั้งวิบูลย์พาณิชย์. (2548). *การปรับปรุงการควบคุมวัสดุคงคลัง กรณีศึกษาอุตสาหกรรม การผลิตคอปเปอร์*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมจัดการ อุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- สุพิรยา งามเลิศ และวีระศักดิ์ ศิริกุล. (2558). การศึกษาปัญหาการส่งสินค้าล่าช้า และวิธีการแก้ไข ปัญหาการส่งสินค้าที่ล่าช้า กรณีศึกษา บริษัท ABC พลาสติก จำกัด. *วารสารวิชาการ ตลาดและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*, 2(1), 62-74.
- อัญชลี ตามไวย. (2557). การหาระดับสินค้าคงคลังสำรองที่เหมาะสม โดยใช้เทคนิคการจำลอง สถานการณ์แบบมอนติคาร์โล กรณีศึกษา สินค้าอุปโภคบริโภค. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- Backman, D. A. (2012). *How to manage and improve inventory control A study at AB Ph Nederman & Co for products with different demand patterns*, Faculty of Engineering, Lund University.
- Hofmann, S. (2008). *The performance measurement process concerning on-time delivery in Supplier customer dyads; characteristics and consequences*. School of Management and Economics, Linnaeus University.
- Lobban, H. K. (2008). *Demand Forecasting-A study at Alfa Laval in Lund*. School of Management and Economics, Växjö University.
- Logisticafe. (2553). *บทบาทหน้าที่ของคลังสินค้าคืออะไร*. เข้าถึงได้จาก <http://www.logisticafe.com>
- Thailand Promotional Export Rates For International Priority Shipments*. (2016). Retrieved from http://images.fedex.com/downloads/th/rates/export_2016.pdf
- Zhong, L. B. (2008). *Improveing inventory management in small business*. Master Thesis, International Logistics and Supply Chain Management, JÖNKÖPING UNIVERSITY.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวก ก-1 วัดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อได้ทันเวลาของสินค้ารหัส 001

No	PO date	Due date	Ship date	Received date	PO qty	Ship qty	Balance PO	วัดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ
1	3/8/2015	14/8/2015	3/8/2015	10/8/2015	1600	335	1265	YES
			4/8/2015	11/8/2015		240	1025	YES
			5/8/2015	12/8/2015		200	825	YES
			6/8/2015	13/8/2015		85	740	YES
			7/8/2015	14/8/2015		150	590	NO
			8/8/2015	15/8/2015		80	510	NO
			10/8/2015	17/8/2015		165	345	NO
			13/8/2015	21/8/2015		345	0	NO
2	10/8/2015	21/8/2015	14/8/2015	21/8/2015	850	150	700	YES
			15/8/2015	22/8/2015		230	470	NO
			19/8/2015	26/8/2015		250	220	NO
			20/8/2015	27/8/2015		220	0	NO
3	19/8/2015	30/8/2015	21/8/2015	28/8/2015	950	300	650	YES
			22/8/2015	29/8/2015		105	545	YES
			24/8/2015	31/8/2015		200	345	NO
			25/8/2015	1/9/2015		80	265	NO
			26/8/2015	2/9/2015		265	0	NO
4	28/8/2015	8/9/2015	31/8/2015	7/9/2015	200	200	0	YES
5	31/8/2015	11/9/2015	1/9/2015	8/9/2015	200	200	0	YES
6	7/9/2015	18/9/2015	8/9/2015	15/9/2015	200	200	0	YES
7	9/9/2015	20/9/2015	9/9/2015	16/9/2015	230	230	0	YES
8	11/9/2015	22/9/2015	14/9/2015	21/9/2015	265	265	0	YES

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

No	PO date	Due date	Ship date	Received date	PO qty	Ship qty	Balance PO	ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ
9	21/9/2015	2/10/2015	22/9/2015	29/9/2015	1045	520	525	YES
			24/9/2015	1/10/2015		200	325	YES
			2/10/2015	9/10/2015		20	305	NO
			6/10/2015	13/10/2015		150	155	NO
			7/10/2015	14/10/2015		155	0	NO
10	23/9/2015	4/10/2015	7/10/2015	14/10/2015	200	45	155	NO
			8/10/2015	15/10/2015		155	0	NO
11	25/9/2015	6/10/2015	8/10/2015	15/10/2015	315	65	325	NO
			9/10/2015	16/10/2015		250	250	NO
12	28/9/2015	9/10/2015	9/10/2015	16/10/2015	200	50	0	NO
			11/10/2015	18/10/2015		150	150	NO
13	30/9/2015	11/10/2015	11/10/2015	18/10/2015	225	150	0	NO
			12/10/2015	19/10/2015		75	75	NO
14	2/10/2015	13/10/2015	12/10/2015	19/10/2015	540	75	0	NO
			13/10/2015	20/10/2015		45	465	NO
			14/10/2015	21/10/2015		220	420	NO
			15/10/2015	22/10/2015		200	200	NO
15	5/10/2015	16/10/2015	15/10/2015	22/10/2015	490	40	0	NO
			16/10/2015	23/10/2015		300	450	NO
			7/10/2015	24/10/2015		90	150	NO
			19/10/2015	26/10/2015		60	60	NO
16	8/10/2015	19/10/2015	20/10/2015	27/10/2015	200	200	0	NO

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

No	PO date	Due date	Ship date	Received date	PO qty	Ship qty	Balance PO	ขีดความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ
17	14/10/2015	25/10/2015	20/10/2015	27/10/2015	290	70	0	NO
			27/10/2015	3/11/2015		10	220	NO
			29/10/2015	5/11/2015		110	210	NO
			30/10/2015	6/11/2015		30	100	NO
			31/10/2015	7/11/2015		70	70	NO
18	19/10/2015	30/10/2015	31/10/2015	7/11/2015	250	120	0	NO
			1/11/2015	8/11/2015		130	130	NO
19	22/10/2015	2/11/2015	3/11/2015	10/11/2015	365	250	0	NO
			4/11/2015	11/11/2015		115	115	NO
20	26/10/2015	6/11/2015	4/11/2015	11/11/2015	295	35	0	NO
			5/11/2015	12/11/2015		200	260	NO
			6/11/2015	13/11/2015		60	60	NO
21	27/10/2015	7/11/2015	6/11/2015	13/11/2015	200	140	0	NO
			7/11/2015	14/11/2015		60	60	NO
22	29/10/2015	9/11/2015	8/11/2015	15/11/2015	225	225	0	NO

หมายเหตุ: วันอาทิตย์ไม่ดำเนินการจัดส่งสินค้า

ตารางภาคผนวก ก-2 จีตความสามารถในการส่งสินค้าให้ทันเวลา ระดับสินค้าคงคลังที่ 190 บอร์ด

No	PO date	Due date	Ship date	Received date	PO Qty	Ship Qty	Balance PO	จีตความสามารถในการตอบสนองคำสั่งซื้อ
1	3/8/2015	14/8/2015	3/8/2015	10/8/2015	1600	190	1410	YES
			4/8/2015	11/8/2015		190	1220	YES
			5/8/2015	12/8/2015		190	1030	YES
			6/8/2015	13/8/2015		190	840	YES
			7/8/2015	14/8/2015		190	650	YES
			8/8/2015	15/8/2015		190	460	NO
			10/8/2015	17/8/2015		190	270	NO
			11/8/2015	18/8/2015		190	80	NO
			12/8/2015	19/8/2015		80	0	NO
2	10/8/2015	21/8/2015	12/8/2015	19/8/2015	850	110	740	YES
			13/8/2015	20/8/2015		190	550	YES
			14/8/2015	21/8/2015		190	360	YES
			15/8/2015	22/8/2015		190	170	NO
			17/8/2015	24/8/2015		170	0	NO
3	19/8/2015	30/8/2015	19/8/2015	26/8/2015	950	190	760	YES
			20/8/2015	27/8/2015		190	570	YES
			21/8/2015	28/8/2015		190	380	YES
			22/8/2015	29/8/2015		190	190	YES
			24/8/2015	31/8/2015		190	0	NO
4	28/8/2015	8/9/2015	28/8/2015	4/9/2015	200	190	10	YES
			29/8/2015			5/9/2015	10	0
5	31/8/2015	11/9/2015	31/8/2015	7/9/2015	200	190	10	YES
			1/9/2015			8/9/2015	10	0
6	7/9/2015	18/9/2015	7/9/2015	14/9/2015	200	190	10	YES
			8/9/2015			15/9/2015	10	0

ตารางภาคผนวก ก-2 (ต่อ)

No	PO date	Due date	Ship date	Received date	PO Qty	Ship Qty	Balance PO	ชี้แจงความ สามารถ ในการ ตอบสนอง คำสั่งซื้อ
7	9/9/2015	20/9/2015	9/9/2015	16/9/2015	230	190	40	YES
			10/9/2015	17/9/2015		40	0	YES
8	11/9/2015	22/9/2015	11/9/2015	18/9/2015	265	190	75	YES
			12/9/2015	19/9/2015		75	0	YES
9	21/9/2015	2/10/2015	21/9/2015	28/9/2015	1045	190	855	YES
			22/9/2015	29/9/2015		190	665	YES
			23/9/2015	30/9/2015		190	475	YES
			24/9/2015	1/10/2015		190	285	YES
			25/9/2015	2/10/2015		190	95	YES
			26/9/2015	3/10/2015		95	0	No
10	23/9/2015	4/10/2015	26/9/2015	3/10/2015	200	95	105	YES
			28/9/2015	5/10/2015		105	0	No
11	25/9/2015	6/10/2015	28/9/2015	5/10/2015	315	85	230	YES
			29/9/2015	6/10/2015		190	40	YES
			30/9/2015	7/10/2015		40	0	No
12	28/9/2015	9/10/2015	30/9/2015	7/10/2015	200	150	50	YES
			1/10/2015	8/10/2015		50	0	YES
13	30/9/2015	11/10/2015	1/10/2015	8/10/2015	225	140	85	YES
			2/10/2015	9/10/2015		85	0	YES
14	2/10/2015	13/10/2015	2/10/2015	9/10/2015	540	105	435	YES
			3/10/2015	10/10/2015		190	245	YES
			5/10/2015	12/10/2015		190	55	YES
			6/10/2015	13/10/2015		55	0	YES
15	5/10/2015	16/10/2015	6/10/2015	13/10/2015	490	135	355	YES
			7/10/2015	14/10/2015		190	165	YES
			8/10/2015	15/10/2015		165	0	YES

ตารางภาคผนวก ก-2 (ต่อ)

No	PO date	Due date	Ship date	Received date	PO Qty	Ship Qty	Balance PO	ชี้แจงความ สามารถ ในการ ตอบสนอง คำสั่งซื้อ
16	8/10/2015	19/10/2015	8/10/2015	15/10/2015	200	25	175	YES
			9/10/2015	16/10/2015		175	0	YES
17	14/10/2015	25/10/2015	14/10/2015	21/10/2015	290	190	100	YES
			15/10/2015	22/10/2015		100	0	YES
18	19/10/2015	30/10/2015	19/10/2015	26/10/2015	250	190	60	YES
			20/10/2015	27/10/2015		60	0	YES
19	22/10/2015	2/11/2015	22/10/2015	29/10/2015	365	190	175	YES
			23/10/2015	30/10/2015		175	0	YES
20	26/10/2015	6/11/2015	26/10/2015	2/11/2015	295	190	105	YES
			27/10/2015	3/11/2015		105	0	YES
21	27/10/2015	7/11/2015	27/10/2015	3/11/2015	200	85	115	YES
			28/10/2015	4/11/2015		115	0	YES
22	29/10/2015	9/11/2015	29/10/2015	5/11/2015	225	190	35	YES
			30/10/2015	6/11/2015		35	0	YES

หมายเหตุ: วันอาทิตย์ไม่ดำเนินการจัดส่งสินค้า

ตารางภาคผนวก ก-3 จัดความสามารถในการส่งสินค้าให้ทันเวลา ระดับสินค้าคงคลังที่คำนวณ
243 บอร์ด

No	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Received date	Ship Qty	Balance PO	จัดความสามารถในการส่งสินค้า
1	1600	3/8/2015	14/8/2015	3/8/2015	10/8/2015	243	1357	YES
				4/8/2015	11/8/2015	243	1115	YES
				5/8/2015	12/8/2015	243	873	YES
				6/8/2015	13/8/2015	243	631	YES
				7/8/2015	14/8/2015	243	389	NO
				8/8/2015	15/8/2015	243	147	NO
				10/8/2015	17/8/2015	147	0	NO
2	850	10/8/2015	21/8/2015	10/8/2015	17/8/2015	96	754	YES
				11/8/2015	18/8/2015	243	511	YES
				12/8/2015	19/8/2015	243	268	YES
				13/8/2015	20/8/2015	243	25	YES
				14/8/2015	21/8/2015	25	0	YES
3	950	19/8/2015	30/8/2015	19/8/2015	26/8/2015	243	707	YES
				20/8/2015	27/8/2015	243	464	YES
				21/8/2015	28/8/2015	243	221	YES
				22/8/2015	29/8/2015	221	0	YES
4	200	28/8/2015	8/9/2015	28/8/2015	4/9/2015	200	0	YES
5	200	31/8/2015	11/9/2015	31/8/2015	7/9/2015	200	0	YES
6	200	7/9/2015	18/9/2015	7/9/2015	14/9/2015	200	0	YES
7	230	9/9/2015	20/9/2015	9/9/2015	16/9/2015	230	0	YES
8	265	11/9/2015	22/9/2015	11/9/2015	18/9/2015	243	22	YES
					19/9/2015	22	0	YES

ตารางภาคผนวก ก-3 (ต่อ)

No	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Received date	Ship Qty	Balance PO	ชี้แจงความ สามารถใน การส่งสินค้า
9	1045	21/9/2015	2/10/2015	21/9/2015	28/9/2015	243	802	YES
				22/9/2015	29/9/2015	243	559	YES
				23/9/2015	30/9/2015	243	316	YES
				24/9/2015	1/10/2015	243	73	YES
				25/9/2015	2/10/2015	73	0	YES
10	200	23/9/2015	4/10/2015	25/9/2015	2/10/2015	170	30	YES
				26/9/2015	3/10/2015	30	0	YES
11	315	25/9/2015	6/10/2015	26/9/2015	3/10/2015	213	102	YES
				28/9/2015	5/10/2015	102	0	YES
12	200	28/9/2015	9/10/2015	28/9/2015	5/10/2015	141	59	YES
				29/9/2015	6/10/2015	59	0	YES
13	225	30/9/2015	11/10/2015	30/9/2015	7/10/2015	225	0	YES
14	540	2/10/2015	13/10/2015	2/10/2015	9/10/2015	243	297	YES
				3/10/2015	10/10/2015	243	54	YES
				5/10/2015	12/10/2015	54	0	YES
15	490	5/10/2015	16/10/2015	5/10/2015	12/10/2015	189	301	YES
				6/10/2015	13/10/2015	243	58	YES
				7/10/2015	14/10/2015	58	0	YES
16	200	8/10/2015	19/10/2015	8/10/2015	15/10/2015	200	0	YES
17	290	14/10/2015	25/10/2015	14/10/2015	21/10/2015	243	47	YES
				15/10/2015	22/10/2015	47	0	YES
18	250	19/10/2015	30/10/2015	19/10/2015	26/10/2015	243	7	YES
				20/10/2015	27/10/2015	7	0	YES
19	365	22/10/2015	2/11/2015	22/10/2015	29/10/2015	243	122	YES
				23/10/2015	30/10/2015	122	0	YES
20	295	26/10/2015	6/11/2015	26/10/2015	2/11/2015	243	52	YES
				27/10/2015	3/11/2015	52	0	YES

ตารางภาคผนวก ก-3 (ต่อ)

No	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Received date	Ship Qty	Balance PO	ชี้แจงความ สามารถใน การส่งสินค้า
21	200	27/10/2015	7/11/2015	27/10/2015	3/11/2015	191	9	YES
				28/10/2015	4/11/2015	9	0	YES
22	225	29/10/2015	9/11/2015	29/10/2015	5/11/2015	225	0	YES

หมายเหตุ: วันอาทิตย์ไม่ดำเนินการจัดส่งสินค้า

ตารางภาคผนวก ก-4 ค่าความพยากรณ์โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) 5 สัปดาห์และวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing) ค่า α 0-1

สัปดาห์	Demand	Actual	Moving Average(สัปดาห์)					Exponential smoothing α										
			1	2	3	4	5	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
7/27/2015	1320																	
8/3/2015	1250	1600	1320	1278	1230	1284	1209	0	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320
8/10/2015	2380	850	1250	1285	1268	1235	1277	0	1313	1306	1299	1292	1306	1278	1271	1264	1257	1250
8/17/2015	500	950	2380	1815	1650	1546	1464	0	1420	1521	1623	1727	1521	1939	2047	2157	2268	2380
8/24/2015	805	200	500	1440	1377	1363	1337	0	1328	1317	1286	1236	1317	1076	964	831	677	500
8/31/2015	980	870	805	653	1228	1234	1251	0	1275	1214	1142	1064	1214	913	853	810	792	805
9/7/2015	915	430	980	893	762	1166	1183	0	1246	1167	1093	1030	1167	953	942	946	961	980
09/14/2015	485	265	915	948	900	800	1116	0	1213	1117	1040	984	1117	930	923	921	920	915
09/21/2015	565	1560	485	700	793	796	737	0	1140	991	873	784	991	663	616	572	528	485
09/28/2015	705	965	565	525	655	736	750	0	1083	905	781	697	905	604	580	566	561	565
10/5/2015	1365	490	705	635	585	668	730	0	1045	865	758	700	865	665	668	677	691	705
10/12/2015	800	290	1365	1035	878	780	807	0	1077	965	940	966	965	1085	1156	1227	1298	1365
10/19/2015	600	615	800	1083	957	859	784	0	1049	932	898	900	932	914	907	885	850	800
10/26/2015	1155	720	600	700	922	868	807	0	1004	866	809	780	866	726	692	657	625	600
ผลรวม	12505		12670	12988	13205	13334	13452	0	14487	13863	13480	14487	13066	13066	12939	12747	12670	15512

ตารางภาคผนวก ก-5 ผลคำนวณ $\sum |D_t - F_t|$ คือการนำค่าพยากรณ์ลบด้วยค่าความต้องการ

สัปดาห์	Demand	Actual	Moving Average(สัปดาห์)					Exponential smoothing α										
			1	2	3	4	5	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
8/3/2015	1250	1600	70	28	20	34	41	1250	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
8/10/2015	2380	850	1130	1095	1111	1145	1103	2380	1067	1074	1081	1088	1074	1102	1109	1116	1123	1130
8/17/2015	500	950	1880	1315	1150	1046	964	500	920	1021	1123	1227	1021	1439	1547	1657	1768	1880
8/24/2015	805	200	305	635	572	558	532	805	523	512	481	431	512	271	159	26	128	305
8/31/2015	980	870	175	328	249	254	271	980	295	234	162	84	234	67	127	170	188	175
9/7/2015	915	430	65	23	153	251	268	915	331	252	178	115	252	38	27	31	46	65
09/14/2015	485	265	430	463	415	315	631	485	728	632	555	499	632	445	438	436	435	430
09/21/2015	565	1560	80	135	229	231	172	565	575	426	308	219	426	98	51	7	37	80
09/28/2015	705	965	140	180	50	31	45	705	378	200	76	8	200	101	125	139	144	140
10/5/2015	1365	490	660	730	780	698	635	1365	320	500	607	665	500	700	697	688	674	660
10/12/2015	800	290	565	235	79	20	7	800	277	165	140	166	165	285	356	427	498	565
10/19/2015	600	615	200	483	357	259	184	600	449	332	298	300	332	314	307	285	250	200
10/26/2015	1155	720	555	455	233	288	348	1155	151	289	346	375	289	429	463	498	530	555
ผลรวม	12505	9850	6255	6103	5398	5129	5201	12505	6083	5708	5426	5248	5708	5360	5476	5551	5889	6255

ตารางภาคผนวก ก-6 ผลคำนวณ $\frac{\sum |D_t - F_t|}{n}$ ในแต่ละวิธีการพยากรณ์

รูปแบบการพยากรณ์	การคำนวณ	MAD
Moving average 1 wk	6255÷13	481
Moving average 2 wk	6103÷13	469
Moving average 3 wk	5398÷13	415
Moving average 4 wk	5129÷13	395
Moving average 5 wk	5201÷13	400
Exponential smoothing $\alpha = 0$	12505÷13	962
Exponential smoothing $\alpha = 0.1$	6083÷13	468
Exponential smoothing $\alpha = 0.2$	5708÷13	439
Exponential smoothing $\alpha = 0.3$	5426÷13	417
Exponential smoothing $\alpha = 0.4$	5248÷13	404
Exponential smoothing $\alpha = 0.5$	5708÷13	439
Exponential smoothing $\alpha = 0.6$	5360÷13	412
Exponential smoothing $\alpha = 0.7$	5476÷13	421
Exponential smoothing $\alpha = 0.8$	5551÷13	427
Exponential smoothing $\alpha = 0.9$	5890÷13	453
Exponential smoothing $\alpha = 1$	6255÷13	481

ตารางภาคผนวก ก-7 ค่ากลางของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPD)

รูปแบบการพยากรณ์	การคำนวณ	MAPD
Moving average 1 wk	$(6255 \div 12505) \times 100$	50
Moving average 2 wk	$(6103 \div 12505) \times 100$	49
Moving average 3 wk	$(5398 \div 12505) \times 100$	43
Moving average 4 wk	$(5129 \div 12505) \times 100$	41
Moving average 5 wk	$(5201 \div 12505) \times 100$	42
Exponential smoothing $\alpha = 0$	$(12505 \div 12505) \times 100$	100
Exponential smoothing $\alpha = 0.1$	$(6083 \div 12505) \times 100$	49
Exponential smoothing $\alpha = 0.2$	$(5708 \div 12505) \times 100$	46
Exponential smoothing $\alpha = 0.3$	$(5426 \div 12505) \times 100$	43
Exponential smoothing $\alpha = 0.4$	$(5248 \div 12505) \times 100$	42
Exponential smoothing $\alpha = 0.5$	$(5708 \div 12505) \times 100$	46
Exponential smoothing $\alpha = 0.6$	$(5360 \div 12505) \times 100$	43
Exponential smoothing $\alpha = 0.7$	$(5476 \div 12505) \times 100$	44
Exponential smoothing $\alpha = 0.8$	$(5551 \div 12505) \times 100$	44
Exponential smoothing $\alpha = 0.9$	$(5890 \div 12505) \times 100$	47
Exponential smoothing $\alpha = 1$	$(6255 \div 12505) \times 100$	50

ตารางภาคผนวก ก-8 ผลการคำนวณเบื้องต้น โดยใช้สูตร $\sum \left| D_t - F_t \right| / D_t \times 100$

สัปดาห์	Demand	Actual	Moving Average(สัปดาห์)					Exponential smoothing α										
			1	2	3	4	5	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
8/3/2015	1250	1600	6	2	2	3	3	100	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
8/10/2015	2380	850	47	46	47	48	46	100	45	45	45	46	45	46	47	47	47	47
8/17/2015	500	950	376	263	230	209	193	100	184	204	225	245	204	288	309	331	354	376
8/24/2015	805	200	38	79	71	69	66	100	65	64	60	54	64	34	20	3	16	38
8/31/2015	980	870	18	33	25	26	28	100	30	24	17	9	24	7	13	17	19	18
9/7/2015	915	430	7	2	17	27	29	100	36	28	19	13	28	4	3	3	5	7
09/14/2015	485	265	89	95	86	65	130	100	150	130	114	103	130	92	90	90	90	89
09/21/2015	565	1560	14	24	41	41	30	100	102	75	55	39	75	17	9	1	6	14
09/28/2015	705	965	20	26	7	4	6	100	54	28	11	1	28	14	18	20	20	20
10/5/2015	1365	490	48	53	57	51	47	100	23	37	44	49	37	51	51	50	49	48
10/12/2015	800	290	71	29	10	3	1	100	35	21	18	21	21	36	44	53	62	71
10/19/2015	600	615	33	80	60	43	31	100	75	55	50	50	55	52	51	48	42	33
10/26/2015	1155	720	48	39	20	25	30	100	13	25	30	32	25	37	40	43	46	48
ผลรวม	12505	12670	815	773	671	615	641	1300	817	742	693	666	742	684	701	713	762	815

ตารางภาคผนวก ก-9 ผลการคำนวณค่าเฉลี่ยของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE)
ในแต่ละการพยากรณ์

รูปแบบการพยากรณ์	การคำนวณ	MAPE
Moving average 1 wk	815÷13	63
Moving average 2 wk	774÷13	60
Moving average 3 wk	672÷13	52
Moving average 4 wk	615÷13	47
Moving average 5 wk	641÷13	49
Exponential smoothing $\alpha = 0$	1300÷13	100
Exponential smoothing $\alpha = 0.1$	817÷13	63
Exponential smoothing $\alpha = 0.2$	742÷13	57
Exponential smoothing $\alpha = 0.3$	693÷13	53
Exponential smoothing $\alpha = 0.4$	667÷13	51
Exponential smoothing $\alpha = 0.5$	742÷13	57
Exponential smoothing $\alpha = 0.6$	685÷13	53
Exponential smoothing $\alpha = 0.7$	702÷13	54
Exponential smoothing $\alpha = 0.8$	714÷13	55
Exponential smoothing $\alpha = 0.9$	763÷13	59
Exponential smoothing $\alpha = 1$	815÷13	63

ตารางภาคผนวก ก-10 ค่า Cumulative error ($D_t - F_t$)

สัปดาห์	Demand	Actual	Moving Average(สัปดาห์)					Exponential smoothing α										
			1	2	3	4	5	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
8/ 3/ 2015	1250	1600	-70	-28	20	-34	41	1250	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70
8/ 10/ 2015	2380	850	1130	1095	1111	1145	1103	2380	1067	1074	1081	1088	1074	1102	1109	1116	1123	1130
8/ 17/ 2015	500	950	-1880	-1315	-1150	-1046	-964	500	-920	-1021	-1123	-1227	-1021	-1439	-1547	-1657	-1768	-1880
8/ 24/ 2015	805	200	305	-635	-572	-558	-532	805	-523	-512	-481	-431	-512	-271	-159	-26	128	305
8/ 31/ 2015	980	870	175	328	-249	-254	-271	980	-295	-234	-162	-84	-234	67	127	170	188	175
9/ 7/ 2015	915	430	-65	23	153	-251	-268	915	-331	-252	-178	-115	-252	-38	-27	-31	-46	-65
09/ 14/ 2015	485	265	-430	-463	-415	-315	-631	485	-728	-632	-555	-499	-632	-445	-438	-436	-435	-430
09/ 21/ 2015	565	1560	80	-135	-229	-231	-172	565	-575	-426	-308	-219	-426	-98	-51	-7	37	80
09/ 28/ 2015	705	965	140	180	50	-31	-45	705	-378	-200	-76	8	-200	101	125	139	144	140
10/ 5/ 2015	1365	490	660	730	780	698	635	1365	320	500	607	665	500	700	697	688	674	660
10/ 12/ 2015	800	290	-565	-235	-79	20	-7	800	-277	-165	-140	-166	-165	-285	-356	-427	-498	-565
10/ 19/ 2015	600	615	-200	-483	-357	-259	-184	600	-449	-332	-298	-300	-332	-314	-307	-285	-250	-200
10/ 26/ 2015	1155	720	555	455	233	288	348	1155	151	289	346	375	289	429	463	498	530	555
ผลรวม	12505	12670	-165	-483	-704	-829	-947	12505	-3008	-1982	-1359	-976	-1982	-562	-435	-331	-243	-165

ตารางภาคผนวก ก-11 ผลการพยากรณ์ Tracking Signal

รูปแบบการพยากรณ์	MAD	Cumulative error	Calculate	Tracking signal
Moving average 1 wk	481	-165	$-165 \div 481$	-0.34
Moving average 2 wk	469	-483	$-483 \div 469$	-1.03
Moving average 3 wk	415	-704	$-704 \div 415$	-1.70
Moving average 4 wk	395	-829	$-829 \div 395$	-2.10
Moving average 5 wk	400	-947	$-947 \div 400$	-2.37
Exponential smoothing $\alpha = 0$	962	12505	$12505 \div 962$	13
Exponential smoothing $\alpha = 0.1$	468	-3008	$-3008 \div 468$	-6.43
Exponential smoothing $\alpha = 0.2$	439	-1982	$-1982 \div 439$	-4.51
Exponential smoothing $\alpha = 0.3$	417	-1359	$-1359 \div 417$	-3.26
Exponential smoothing $\alpha = 0.4$	404	-976	$-976 \div 404$	-2.42
Exponential smoothing $\alpha = 0.5$	439	-1982	$-1982 \div 439$	-4.51
Exponential smoothing $\alpha = 0.6$	412	-562	$-562 \div 412$	-1.36
Exponential smoothing $\alpha = 0.7$	421	-435	$-435 \div 421$	-1.03
Exponential smoothing $\alpha = 0.8$	427	-331	$-331 \div 427$	-0.78
Exponential smoothing $\alpha = 0.9$	453	-243	$-243 \div 453$	-0.54
Exponential smoothing $\alpha = 1$	481	-165	$-165 \div 481$	-0.34

ตารางภาคผนวก ก-12 วัดความสามารถในการส่งสินค้าให้ทันเวลา โดยการพยากรณ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 4 สัปดาห์

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	วัด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
3/8/2015	1284	1284	1600	1	1600	3/8/2015	14/8/2015	3/8/2015	1284	316	10/8/2015	YES
4/8/2015		0	316									
5/8/2015		0	316									
6/8/2015		0	316									
7/8/2015		0	316									
8/8/2015		0	316									
9/8/2015		0	316									

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
10/8/2015	1235	1235	316	1				10/8/2015	316	0	17/8/2015	No
		919	850	2	850	10/8/2015	21/8/2015	10/8/2015	850	0	17/8/2015	YES
11/8/2015		69	0									
12/8/2015		69	0									
13/8/2015		69	0									
14/8/2015		69	0									
15/8/2015		69	0									
16/8/2015		69	0									

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
17/8/2015	1546	1615	0									
18/8/2015		1615	0									
19/8/2015		1615	950	3	950	19/8/2015	30/8/2015	19/8/2015	950	0	26/8/2015	YES
20/8/2015		665	0									
21/8/2015		665	0									
22/8/2015		665	0									
23/8/2015		665	0									

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า	
24/8/2015	1363	2028	0										
25/8/2015		2028	0										
26/8/2015		2028	0										
27/8/2015		2028	0										
28/8/2015		2028	200	200	4	200	28/8/2015	8/9/2015	28/8/2015	200	0	4/9/2015	YES
29/8/2015		1828	0										
30/8/2015		1828	0										

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
31/8/2015	1234	3062	200	5	200	31/8/2015	11/9/2015	31/8/2015	200	0	7/9/2015	YES
1/9/2015		2862	0									
2/9/2015		2862	0									
3/9/2015		2862	0									
4/9/2015		2862	0									
5/9/2015		2862	0									
6/9/2015		2862	0									

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
7/9/2015	1166	4028	200	6	200	7/9/2015	18/9/2015	7/9/2015	200	0	14/9/2015	YES
8/9/2015		3828	0									
9/9/2015		3828	230	7	230	9/9/2015	20/9/2015	9/9/2015	230	0	16/9/2015	YES
10/9/2015		3598	0									
11/9/2015		3598	265	8	265	11/9/2015	22/9/2015	11/9/2015	265	0	18/9/2015	YES
12/9/2015		3333	0									
13/9/2015		3333	0									

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
14/9/2015	800	4133	0									
15/9/2015		4133	0									
16/9/2015		4133	0									
17/9/2015		4133	0									
18/9/2015		4133	0									
19/9/2015		4133	0									
20/9/2015		4133	0									

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
21/9/2015	796	4929	1045	9	1045	21/9/2015	2/10/2015	21/9/2015	1045	0	28/9/2015	YES
22/9/2015		3884	0									
23/9/2015		3884	200	10	200	23/9/2015	4/10/2015	22/9/2015	200	0	29/9/2015	YES
24/9/2015		3684	0									
25/9/2015		3684	315	11	315	25/9/2015	6/10/2015	24/9/2015	315	0	1/10/2015	YES
26/9/2015		3369	0									
27/9/2015		3369	0									

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
28/9/2015	736	4105	200	12	200	28/9/2015	9/10/2015	27/9/2015	200	0	4/10/2015	YES
29/9/2015		3905	0									
30/9/2015		3905	225	13	225	30/9/2015	11/10/2015	29/9/2015	225	0	6/10/2015	YES
1/10/2015		3680	0									
2/10/2015		3680	540	14	540	2/10/2015	13/10/2015	2/10/2015	540	0	9/10/2015	YES
3/10/2015		3140	0									
4/10/2015		3140	0									

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
5/10/2015	668	3808	490	15	490	5/10/2015	16/10/2015	5/10/2015	490	0	12/10/2015	YES
6/10/2015		3318	0									
7/10/2015		3318	0									
8/10/2015		3318	200	16	200	8/10/2015	19/10/2015	7/10/2015	200	0	15/10/2015	YES
9/10/2015		3118	0									
10/10/2015		3118	0									
11/10/2015												

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
12/10/2015	780	3898	0									
13/10/2015		3898	0									
14/10/2015		3898	290	17	290	14/10/2015	25/10/2015	14/10/2015	290	0	22/10/2015	YES
15/10/2015		3608	0									
16/10/2015		3608	0									
17/10/2015		3608	0									
18/10/2015		3608	0									

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
19/10/2015	859	4467	250	18	250	19/10/2015	30/10/2015	19/10/2015	250	0	27/10/2015	YES
20/10/2015		4217	0									
21/10/2015		4217	0									
22/10/2015		4217	365	19	365	22/10/2015	2/11/2015	22/10/2015	365	0	30/10/2015	YES
23/10/2015		3852	0									
24/10/2015		3852	0									
25/10/2015		3852	0									

ตารางภาคผนวก ก-12 (ต่อ)

วันที่	จำนวน พยากรณ์ ต่อสัปดาห์ โดย moving average	Qty of stock	Balance of total PO Qty	NO	PO Qty	PO date	Due date	Ship date	Ship qty	Balance of PO	Received date	ขีด ความสามารถ ในการส่ง สินค้า
26/10/2015	868	4720	295	20	295	26/10/2015	6/11/2015	26/10/2015	295	0	3/11/2015	YES
27/10/2015		4425	200	21	200	27/10/2015	7/11/2015	26/10/2015	200	0	3/11/2015	YES
28/10/2015		4225	0									
29/10/2015		4225	225	22	225	29/10/2015	9/11/2015	29/10/2015	225	0	6/11/2015	YES
30/10/2015		4000	0									
31/10/2015		4000	0									

หมายเหตุ: วันอาทิตย์ไม่ดำเนินการจัดส่งสินค้า

ตารางภาคผนวก ก-13 ผลลัพธ์ต้นทุนค่าขนส่ง (ข้อมูลจริง)

วันที่จัดส่งสินค้า	จำนวนสินค้าที่ส่ง (Ship)	1 บอร์ด มีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม	น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน	อัตราค่าขนส่ง/ 1 KG (บาท)	อัตราค่าขนส่งในแต่ละวัน น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน xอัตราค่าขนส่ง/1 KG (บาท)	อัตราค่าดำเนินการเอกสาร 500 บาท ต่อ1 shipment (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (บาท)
3/8/2015	335	335x5	1675	396	663,300	500	663,800
4/8/2015	240	240x5	1200	396	475,200	500	475,700
5/8/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
6/8/2015	85	85x5	425	404	171,700	500	172,200
7/8/2015	150	150x5	750	401	300,750	500	301,250
8/8/2015	80	80x5	400	404	161,600	500	162,100
10/8/2015	165	165x5	825	401	330,825	500	331,325
13/8/2015	345	345x5	1725	396	683,100	500	683,600
14/8/2015	150	150x5	750	401	300,750	500	301,250
15/8/2015	230	230x5	1150	396	455,400	500	455,900
19/8/2015	250	250x5	1250	396	495,000	500	495,500

ตารางภาคผนวก ก-13 (ต่อ)

วันที่จัดส่งสินค้า	จำนวนสินค้าที่ส่ง (Ship)	1 บอร์ด มีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม	น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน	อัตราค่าขนส่ง/ 1 KG (บาท)	อัตราค่าขนส่งในแต่ละวัน น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน xอัตราค่าขนส่ง/1 KG (บาท)	อัตราค่าดำเนินการเอกสาร 500 บาท ต่อ1 shipment (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (บาท)
20/8/2015	220	220x5	1100	396	435,600	500	436,100
21/8/2015	300	300x5	1500	396	594,000	500	594,500
22/8/2015	105	105x5	525	401	210,525	500	211,025
24/8/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
25/8/2015	80	80x5	400	404	161,600	500	162,100
26/8/2015	265	265x5	1325	396	524,700	500	525,200
31/8/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
1/9/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
8/9/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
9/9/2015	230	230x5	1150	396	455,400	500	455,900
14/9/2015	265	265x5	1325	396	524,700	500	525,200

ตารางภาคผนวก ก-13 (ต่อ)

วันที่จัดส่งสินค้า	จำนวนสินค้าที่ส่ง (Ship)	1 บอร์ด มีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม	น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน	อัตราค่าขนส่ง/ 1 KG (บาท)	อัตราค่าขนส่งในแต่ละวัน น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน xอัตราค่าขนส่ง/1 KG (บาท)	อัตราค่าดำเนินการเอกสาร 500 บาท ต่อ1 shipment (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (บาท)
22/9/2015	520	520x5	2600	396	1,029,600	500	1,030,100
24/9/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
2/10/2015	20	20x5	100	419	41,900	500	42,400
6/10/2015	150	150x5	750	401	300,750	500	301,250
7/10/2015	200	200x5	1000	401	401,000	500	401,500
8/10/2015	220	220x5	1100	419	460,900	500	461,400
9/10/2015	300	300x5	1500	404	606,000	500	606,500
11/10/2015	300	300x5	1500	404	606,000	500	606,500
12/10/2015	150	150x5	750	419	314,250	500	314,750
13/10/2015	45	45x5	225	419	94,275	500	94,775
14/10/2015	220	220x5	1100	396	435,600	500	436,100

ตารางภาคผนวก ก-13 (ต่อ)

วันที่จัดส่งสินค้า	จำนวนสินค้าที่ส่ง (Ship)	1 บอร์ด มี น้ำหนัก 5 กิโลกรัม	น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน	อัตราค่าขนส่ง/ 1 KG (บาท)	อัตราค่าขนส่งในแต่ละวัน น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน x อัตราค่าขนส่ง/1 KG (บาท)	อัตราค่าดำเนินการเอกสาร 500 บาท ต่อ 1 shipment (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (บาท)
15/10/2015	240	240x5	1200	419	502,800	500	503,300
16/10/2015	300	300x5	1500	396	594,000	500	594,500
17/10/2015	90	90x5	450	404	181,800	500	182,300
19/10/2015	60	60x5	300	419	125,700	500	126,200
20/10/2015	270	270x5	1350	419	565,650	500	566,150
27/10/2015	10	10x5	50	425	21,250	500	21,750
29/10/2015	110	110x5	550	401	220,550	500	221,050
30/10/2015	30	30x5	150	419	62,850	500	63,350
31/10/2015	190	190x5	950	419	398,050	500	398,550
1/11/2015	130	130x5	650	401	260,650	500	261,150
3/11/2015	250	250x5	1250	396	495,000	500	495,500

ตารางภาคผนวก ก-13 (ต่อ)

วันที่จัดส่งสินค้า	จำนวนสินค้าที่ส่ง (Ship)	1 บอร์ด มีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม	น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน	อัตราค่าขนส่ง/ 1 KG (บาท)	อัตราค่าขนส่งในแต่ละวัน น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน xอัตราค่าขนส่ง/1 KG (บาท)	อัตราค่าดำเนินการเอกสาร 500 บาท ต่อ1 shipment (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (บาท)
4/11/2015	150	150x5	750	419	314,250	500	314,750
5/11/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
6/11/2015	200	200x5	1000	419	419,000	500	419,500
7/11/2015	60	60x5	300	419	125,700	500	126,200
8/11/2015	225	225x5	1125	396	445,500	500	446,000
Total	9,335						18,763,675

ตารางภาคผนวก ก-14 ผลลัพธ์ต้นทุนค่าขนส่ง (จากการหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม)

วันที่จัดส่ง สินค้า	จำนวน สินค้าที่ส่ง (Ship)	1 บอร์ด มี น้ำหนัก 5 กก.	น้ำหนัก ต่อ 1 การ ขนส่งใน 1 วัน	อัตราค่า ขนส่ง/1 กก. (บาท)	อัตราค่าขนส่งใน แต่ละวัน น้ำหนัก ต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน xอัตราค่าขนส่ง/ 1กก.(บาท)	อัตราค่า ดำเนินการ เอกสาร 500 ต่อ1 การขนส่ง (บาท)	ค่าใช้จ่ายใน การขนส่ง (บาท)
3/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
4/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
5/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
6/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
7/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
8/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
10/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
11/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
12/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
13/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
14/8/2015	30	30x5	150	419	62,850	500	63,350
19/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
20/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
21/8/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
22/8/2015	224	224x5	1120	396	443,520	500	444,020
28/8/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
31/8/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
7/9/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
9/9/2015	230	230x5	1150	396	455,400	500	455,900
11/9/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
12/9/2015	23	23x5	115	419	48,185	500	48,685
21/9/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
22/9/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
23/9/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
24/9/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
25/9/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
26/9/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
28/9/2015	242	242x5	1210	396	479,160	500	479,660
29/9/2015	66	66x5	330	404	133,320	500	133,820
30/9/2015	225	225x5	1125	396	445,500	500	446,000

ตารางภาคผนวก ก-15 ผลลัพธ์ต้นทุนค่าขนส่ง (จากการพยากรณ์)

วันที่จัดส่งสินค้า	จำนวนสินค้าที่ส่ง (Ship)	1 บอร์ด มีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม	น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน	อัตราค่าขนส่ง/1 KG (บาท)	อัตราค่าขนส่งในแต่ละวัน น้ำหนักต่อ 1 การขนส่งใน 1 วัน x อัตราค่าขนส่ง/1 KG (บาท)	อัตราค่าดำเนินการเอกสาร 500 ต่อ 1 shipment (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (บาท)
3/8/2015	1284	1056x5	6420	396	2,542,320	500	2,542,820
10/8/2015	1166	1211x5	5830	396	2,308,680	500	2,309,180
19/8/2015	950	950x5	4750	396	1,881,000	500	1,881,500
28/8/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
31/8/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
7/9/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
9/9/2015	230	230x5	1150	396	455,400	500	455,900
11/9/2015	265	265x5	1325	396	524,700	500	525,200
21/9/2015	1045	1045x5	5225	396	2,069,100	500	2,069,600
22/9/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
24/9/2015	315	315x5	1575	396	623,700	500	624,200
27/9/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
29/9/2015	225	225x5	1125	396	445,500	500	446,000
2/10/2015	540	540x5	2700	396	1,069,200	500	1,069,700
5/10/2015	490	490x5	2450	396	970,200	500	970,700
7/10/2015	200	200x5	1000	396	396,000	500	396,500
14/10/2015	290	290x5	1450	396	574,200	500	574,700
19/10/2015	250	250x5	1250	396	495,000	500	495,500
22/10/2015	365	365x5	1825	396	722,700	500	723,200
26/10/2015	495	495x5	2475	396	980,100	500	980,600
29/10/2015	225	225x5	1125	396	445,500	500	446,000
Total	9,335						18,493,800