

การเปรียบเทียบนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังภายใต้
รูปแบบความต้องการที่มีฤดูกาลและแนวโน้ม

COMPARISON OF INVENTORY CONTROL POLICIES UNDER DEMAND
PATTERNS WITH SEASONALITY AND TREND FACTORS

ปณาลี นิลคง
PANALEE NILKONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562
KMITL-2019-EN-M-217-060

การเปรียบเทียบนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังภายใต้
รูปแบบความต้องการที่มีฤดูกาลและแนวโน้ม

COMPARISON OF INVENTORY CONTROL POLICIES UNDER DEMAND
PATTERNS WITH SEASONALITY AND TREND FACTORS

ปณาลี นิลคง

PANALEE NILKONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2562

KMITL-2019-EN-M-217-060

COMPARISON OF INVENTORY CONTROL POLICIES UNDER DEMAND
PATTERNS WITH SEASONALITY AND TREND FACTORS

PANALEE NILKONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2019
KMITL-2019-EN-M-217-060

COPYRIGHT 2019

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังภายใต้รูปแบบความต้องการที่มีฤดูกาลและแนวโน้ม
นักศึกษา	นางสาวปณาลี นิลคง
รหัสประจำตัว	59601260
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ การเปรียบเทียบนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังรูปแบบต่างๆ ซึ่งมี 4 วิธีการ คือ 1) วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)), 2) วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM), 3) วิธีการ Least Unit Cost (LUC), และ 4) วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) กำหนดให้โครงสร้างของห่วงโซ่อุปทานเป็นแบบอย่างง่าย ซึ่งประกอบด้วย ผู้ผลิต 1 แห่ง, ผู้จัดจำหน่าย 1 แห่ง, และผู้ค้าปลีก 1 แห่ง ซึ่งผู้จัดจำหน่ายจะรับความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีก และผู้ผลิตจะรับปริมาณการสั่งซื้อสินค้าจากผู้จัดจำหน่าย ที่ผู้ค้าปลีก จะถูกกำหนดให้ค่าความต้องการเป็นแบบทราบค่าแน่นอน (Deterministic Variable Demand) งานวิจัยนี้พิจารณารูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีกที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 เป็นความต้องการที่ไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (Continuous (CON)), รูปแบบที่ 2 เป็นความต้องการที่มีฤดูกาล แต่ไม่มีแนวโน้ม (Seasonality (SEA)), รูปแบบที่ 3 เป็นความต้องการที่มีฤดูกาลและแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) และรูปแบบที่ 4 เป็นความต้องการที่มีฤดูกาลและแนวโน้มที่ลดลง (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) ตัววัดประสิทธิภาพหลักในการเปรียบเทียบ คือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (Total Inventory Cost (TIC)) ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนในการสั่งซื้อ และต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ในงานวิจัยนี้ได้จำลองความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกและคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าของผู้จัดจำหน่ายด้วยนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังทั้ง 4 รูปแบบดังกล่าว จากการวิเคราะห์พบว่า วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) เหมาะสมกับความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้ง 4 รูปแบบ (ภายใต้ขอบเขตของงานวิจัยนี้) เพราะให้ค่าต้นทุนโดยรวมที่ต่ำที่สุด นอกจากนี้วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) จัดว่าเป็นวิธีที่แย่ เพราะให้ค่าต้นทุนโดยรวมที่สูงที่สุด

Thesis	Comparison of Inventory Control Policies under Demand Patterns with Seasonality and Trend Factors
Student	Miss Panalee Nilkong
Student ID.	59601260
Degree	Master of Engineering
Program	Industrial Engineering
Year	2019
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Kittiwat Sirikasemsuk

ABSTRACT

The objective of this research was to compare the following four inventory control policies: 1) Economic Order Quantity (EOQ), 2) Silver and Meal Heuristic (SM), 3) Least Unit Cost (LUC), and 4) Part-Period Algorithm (PPA). It was assumed that the simple supply chain structure consisted of a manufacturer, a distributor, and a retailer. The distributor received the demand from the retailer; and the manufacturer received the order from the distributor. At the retailer, deterministic variable demand was assumed. There were the following four demand patterns in this research: 1) demand without trend and seasonality (CON), 2) demand with seasonality but no trend (SEA), 3) demand with seasonality and increasing trend (SIT), and 4) demand with seasonality and decreasing trend (SDT). In comparison, the key performance indicator was the total inventory cost (TIC) consisting of the ordering cost and the holding cost. In this research, the retailer's demands were simulated, and the order quantities were determined by the four inventory control policies as mentioned above. It was found that the Silver and Meal Heuristic (SM) method was suitable for all demand patterns (under the scope of this research); because of the lowest total inventory cost. Furthermore, the Economic Order Quantity (EOQ) method was poor, because of the highest total inventory cost.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะแนวทางการดำเนินงานให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมทุกท่านที่คอยอบรมสั่งสอนถ่ายทอดวิชาความรู้และประสบการณ์ให้แก่ข้าพเจ้า

สุดท้ายต้องขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยเลี้ยงดู อบรมสั่งสอน เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสานวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปณาลี นิลคง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	4
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.5 เหตุผลที่วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)).....	6
1.6 คำอธิบายเพิ่มเติมชนิดของความต้องการสินค้า.....	7
1.7 การคำนวณหาค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (Accumulative Inventory Level).....	8
1.8 ปัจจัยและระดับในการศึกษาของงานวิจัย.....	10
1.9 แผนการดำเนินงาน.....	11
1.10 สัญลักษณ์และความหมายที่จะใช้ในงานวิจัย.....	13
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
2.1 การจัดการสินค้าคงคลัง.....	15
2.2 บริหารต้นทุนสินค้าคงคลัง.....	16
2.3 ระบบการควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control System).....	17
2.4 การตัดสินใจขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง.....	18
2.5 ปัญหาและวิธีการหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสม.....	19
2.6 วิธีการ Wagner and Whitin Algorithm (WW).....	21
2.7 วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM).....	21
2.8 วิธีการ Least Unit Cost (LUC).....	22
2.9 วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA).....	23
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
2.11 บทสรุปจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	29
3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	29
3.2 การออกแบบการทดลองและตารางเก็บข้อมูล.....	32
3.3 การศึกษานำร่อง (Pilot Study) ของงานวิจัย.....	36
3.4 การสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกของศึกษานำร่อง.....	40
3.4.1 สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 1.....	43
3.4.2 สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 2.....	44
3.4.3 สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 3.....	45
3.4.4 สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 4.....	46
3.5 การคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อและต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง เมื่อความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบที่ 1 (CON).....	51
3.5.1 วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 1 (CON).....	51
3.5.2 วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 1 (CON).....	54
3.5.3 วิธีการ Least Unit Cost (LUC) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 1 (CON).....	56
3.5.4 วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 1 (CON).....	58
3.6 การคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อและต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง เมื่อความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบที่ 2 (SEA).....	60
3.6.1 วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 2 (SEA).....	60
3.6.2 วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 2 (SEA).....	62
3.5.3 วิธีการ Least Unit Cost (LUC) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 2 (SEA).....	64
3.5.4 วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 2 (SEA).....	66

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.7 บันทึกและเปรียบเทียบข้อมูลจากการศึกษานำร่อง.....	67
3.7.1 ข้อมูลต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง.....	67
3.7.2 ข้อมูลค่าระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย.....	68
3.7.3 ข้อมูลจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ.....	69
บทที่ 4 การออกแบบการทดลองและเปรียบเทียบผล.....	70
4.1 การออกแบบการทดลองและเงื่อนไข.....	72
4.2 การสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกของงานวิจัย.....	76
4.3 การออกแบบตารางจัดการ (Spreadsheet).....	76
4.3.1 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)).....	76
4.3.2 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM).....	78
4.3.3 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Least Unit Cost (LUC).....	80
4.3.4 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของ Part-Period Algorithm (PPA).....	82
4.4 เก็บและบันทึกข้อมูล.....	83
4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน.....	87
4.5.1 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้า คงคลัง (TIC).....	88
4.5.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL).....	93
4.5.3 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N).....	93
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....	94
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	96
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	97
เอกสารอ้างอิง.....	98
ภาคผนวก ก. การคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อสินค้าคงคลังและต้นทุนโดยรวมในการควบคุม สินค้าคงคลัง กรณีศึกษา.....	101
ภาคผนวก ข. ความต้องการทั้งหมดของผู้ค้าปลีกทั้ง 4 รูปแบบ.....	132
ภาคผนวก ค. บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์.....	153
ประวัติผู้เขียน.....	161

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตัวอย่างความต้องการของผู้ค้าปลีกแบบตัวแปรทราบค่าแน่นอน.....	7
1.2 ปัจจัยและระดับของการทดลอง.....	10
1.3 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย.....	11
1.4 ความหมายของสัญลักษณ์ในงานวิจัย.....	13
2.1 สรุปการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	28
3.1 เก็บข้อมูลต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC).....	33
3.2 เก็บข้อมูลค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL).....	34
3.3 เก็บข้อมูลจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N).....	35
3.4 ปัจจัยและระดับของการศึกษานำร่อง.....	37
3.5 ลักษณะของรูปแบบความต้องการ.....	41
3.6 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 1 (Continuous (CON)) เป็นความต้องการโดยไม่มีทั้ง แนวโน้มและฤดูกาล ชุดที่ 1.....	47
3.7 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 2 (Seasonality (SEA)) เป็นความต้องการที่ไม่มีแนวโน้มแต่มี ฤดูกาล ชุดที่ 1.....	48
3.8 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 3 (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) เป็นความ ต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ชุดที่ 1.....	49
3.9 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 4 (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) เป็นความ ต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง ชุดที่ 1.....	50
3.10 ข้อมูลต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ของการศึกษานำร่อง.....	67
3.11 สรุปนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่เหมาะสมสำหรับความต้องการแต่ละรูปแบบของ ผู้ค้าปลีกแต่ละรูปแบบ.....	68
3.12 ข้อมูลค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL) ของการศึกษานำร่อง.....	68
3.13 ข้อมูลค่าจำนวนครั้งในการสั่งซื้อของการศึกษานำร่อง.....	69
4.1 เก็บข้อมูลต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC).....	73
4.2 เก็บข้อมูลค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL).....	74
4.3 เก็บข้อมูลจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N).....	75
4.4 ข้อมูลต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC).....	84
4.5 ข้อมูลค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL).....	85
4.6 ข้อมูลค่าจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N).....	86
5.1 ลำดับนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังต่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง.....	96

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้ง 4 รูปแบบ เมื่อ $t = 360$	3
1.2 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ.....	5
1.3 ระดับสินค้าคงคลัง.....	9
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยและเนื้อหาในแต่ละบท.....	12
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการจัดเก็บ.....	19
3.1 กรอบงานวิจัยภาพรวมทั้งหมด.....	31
3.2 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนของการศึกษานำร่องและหัวข้อที่เกี่ยวข้อง.....	38
3.3 การออกแบบการทดลองของการศึกษานำร่องในรูปแบบของตารางบันทึกข้อมูล.....	39
3.4 ตัวเลขสุ่มที่มีการกระจายตัวปกติในช่วงเวลา t	42
3.5 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบ CON ในช่วงเวลา t	43
3.6 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบ SEA ในช่วงเวลา t	44
3.7 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบ SIT ในช่วงเวลา t	45
3.8 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบ SDT ในช่วงเวลา t	46
3.9 การคำนวณการสั่งซื้อวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) ความต้องการรูปแบบ CON.....	53
3.10 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) ความต้องการรูปแบบ CON.....	54
3.11 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC) ความต้องการรูปแบบ CON.....	56
3.12 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ความต้องการรูปแบบ CON.....	58
3.13 การคำนวณการสั่งซื้อวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) ความต้องการรูปแบบ SEA.....	61
3.14 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) ความต้องการรูปแบบ SEA.....	62
3.15 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC) ความต้องการรูปแบบ SEA.....	64
3.16 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ความต้องการรูปแบบ SEA.....	66
4.1 ขั้นตอนการศึกษาในบทที่ 4.....	71
4.2 ตารางจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)).....	77
4.3 ตารางจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM).....	78

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Least Unit Cost (LUC).....	80
4.5 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของ Part-Period Algorithm (PPA).....	82
4.6 ผลการทดสอบ General Linear Model.....	88
4.7 กราฟวิเคราะห์อิทธิพลปัจจัยหลัก (Main Effect Plot).....	88
4.8 ผลจากการเปรียบเทียบต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง โดยวิธี Tukey's Honesty Significant Difference (HSD).....	90
4.9 กราฟ Box Plots ของ Method และ Demand Pattern ในกรณีที่ 1 $C = 285$ และ $H = 0.03$	90
4.10 กราฟ Box Plots ของ Method และ Demand Pattern ในกรณีที่ 2 $C = 285$ และ $H = 0.04$	91
4.11 กราฟ Box Plots ของ Method และ Demand Pattern ในกรณีที่ 3 $C = 583$ และ $H = 0.03$	91
4.12 กราฟ Box Plots ของ Method และ Demand Pattern ในกรณีที่ 4 $C = 583$ และ $H = 0.04$	92
4.13 ผลจากการเปรียบเทียบค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม โดยวิธี Tukey's Honesty Significant Difference (HSD).....	94
4.14 ผลจากการเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ โดยวิธี Tukey's Honesty Significant Difference (HSD).....	94

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

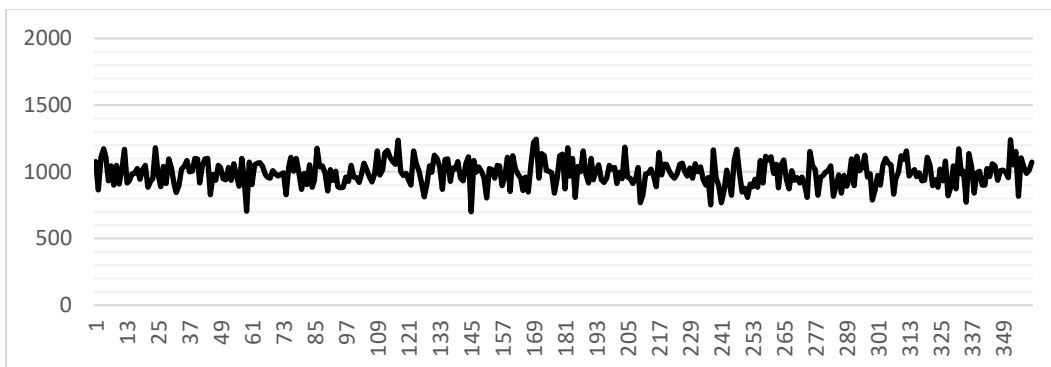
สินค้าคงคลังเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการดำเนินธุรกิจที่ผู้บริหารควรให้ความสนใจ เพราะสินค้าคงคลังอาจเป็นทรัพย์สินที่มีมูลค่าสูงที่สุดในกลุ่มของทรัพย์สินหมุนเวียนและเกี่ยวข้องกับต้นทุนซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง และค่าใช้จ่ายขาดแคลนสินค้าคงคลังไม่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า ซึ่งปัญหาในการจัดการสินค้าคงคลังอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ธุรกิจล้มเหลวได้ ในเชิงธุรกิจอุตสาหกรรม ถ้าวัสดุและวัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ ในโรงงานมีอยู่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของการผลิต อาจทำให้เกิดปัญหาถึงขั้นการผลิตหยุดชะงักได้ หรือในเชิงธุรกิจการค้า การที่มีสินค้าคงคลังไม่เพียงพอขายให้แก่ลูกค้านั้น อาจส่งผลให้สูญเสียโอกาสของรายได้ที่ควรได้รับ และยังทำให้ลูกค้าลดความน่าเชื่อถือของบริษัท ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้สูญเสียลูกค้าได้ หรือในอีกมุมหนึ่งหากจัดเก็บสินค้าคงคลังไว้มากเกินไป ก็จะส่งผลให้เกิดต้นทุนจม อาจทำให้ขาดสภาพคล่องในด้านการเงินได้ ดังนั้น การควบคุมสินค้าคงคลังเป็นผลดีที่ทำให้ธุรกิจเพิ่มผลกำไรและลดต้นทุน

พิภพ ลลิตาภรณ์ (2556) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพเป็นผลดีในด้านธุรกิจ ยังส่งผลดีต่อเศรษฐกิจระดับประเทศด้วย ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากตัวเลขทางสถิติที่ได้จากการสำรวจต้นทุนถัวเฉลี่ยของสินค้าคงคลังด้านการผลิตทั้งหมดในสหรัฐอเมริกาอยู่ประมาณ 30-35 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมด เช่น ถ้าบริษัทจัดเก็บสินค้าคงคลังมูลค่า 800 ล้านบาท โดยเป็นต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังอยู่ที่ประมาณ 240 ล้านบาทต่อปี ถ้าหากบริษัทสามารถลดการจัดเก็บได้ 400 ล้านบาทบริษัทสามารถลดต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังได้กว่า 120 ล้านบาทซึ่งการจัดเก็บสินค้าคงคลังทำให้ลดต้นทุนได้

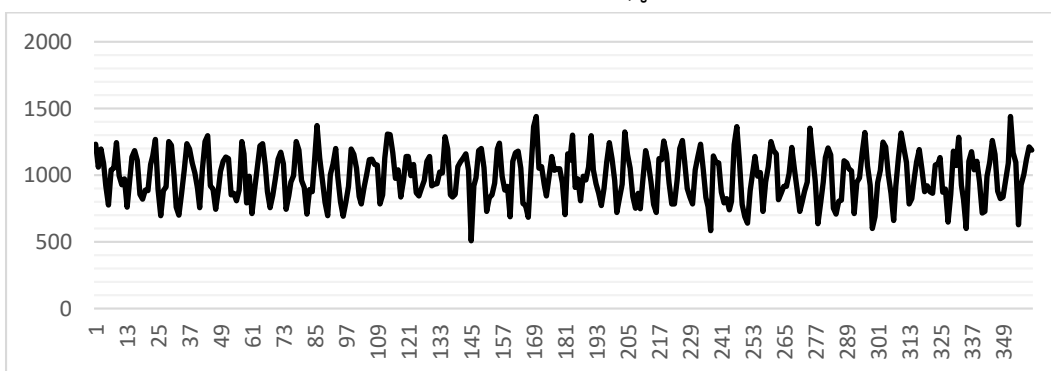
บทความของ Federgruen และ Tzur (2014) จะเห็นได้ว่าสินค้าคงคลังส่งผลต่อต้นทุนโดยตรง จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมสินค้าคงคลัง โดยรูปแบบที่นิยมในการศึกษาคือการพิจารณาช่วงเวลาการสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม เพื่อให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังมีค่าต่ำที่สุดที่ประกอบด้วย ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง และต้นทุนการขาดแคลนสินค้า ซึ่งปัญหาดังกล่าวเรียกว่า ปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อ

บทความของ Zhao และคณะ (2002) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเลือกแบบพยากรณ์ของการแข่งขันข้อมูลในห่วงโซ่อุปทานภายใต้ผู้จัดจำหน่ายรายหนึ่งและผู้ค้าปลีกหลายราย ซึ่งบทความนี้ทำการพยากรณ์ โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ 5 วิธีการคือ 1) Naive Method (NAV) 2) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average (SMA)) 3) การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองครั้ง (Two-parameter Double Exponential Smoothing (DES)) 4) วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลวินเทอร์ (No-trend Winters' Method (NTW)) และ 5) วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบวินเทอร์ (Three-parameter Winters' Model (WIN)) และสมมติความต้องการของผู้ค้าปลีกเป็น 4 แบบ ได้แก่ 1) ความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (Continuous (CON)), 2) ความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล (Seasonality (SEA)), 3) ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) และ 4) ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) โดยทำการสร้างความต้องการของผู้ค้าปลีกทางคอมพิวเตอร์ขึ้นมา ได้ดังรูปที่ 1.1 ซึ่งบทความของ Zhao และคณะ (2002) อยากทราบว่าถ้ารูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีกเปลี่ยนแปลงไปมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานหรือไม่ ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าการเลือกรูปแบบการพยากรณ์อย่างมีนัยสำคัญส่งผลต่อประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทาน

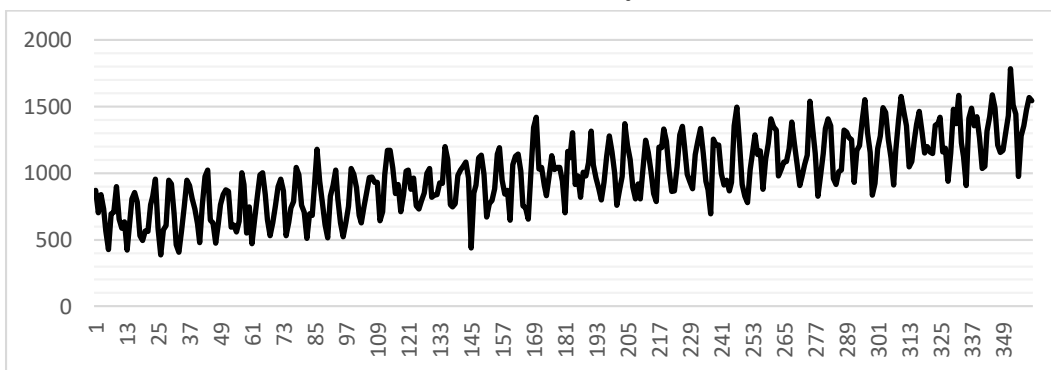
บทความของจรีรัตน์ อ้วนเสมอ และ โอฟาร กิตติธิรพรชัย (2557) ศึกษาการควบคุมสินค้าคงคลังเคมีในอุตสาหกรรมการผลิตผ้าใบไทร์คอร์ต โดยวิเคราะห์ข้อมูลจริงย้อนหลัง 52 สัปดาห์และหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังจากวิธีการหาขนาดการสั่งซื้อ 5 วิธี ได้แก่ 1) วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด แบบ Lot-For-Lot 2) วิธีการ Period Order Quantity (POQ) 3) วิธีการ Least Unit Cost (LUC) 4) วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) และ 5) วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) แล้วเทียบกับต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังจากวิธีการ Wagner and Whitin Algorithm (WW) เพื่อหาวิธีการที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังมีค่าใกล้เคียงและต่ำที่สุด



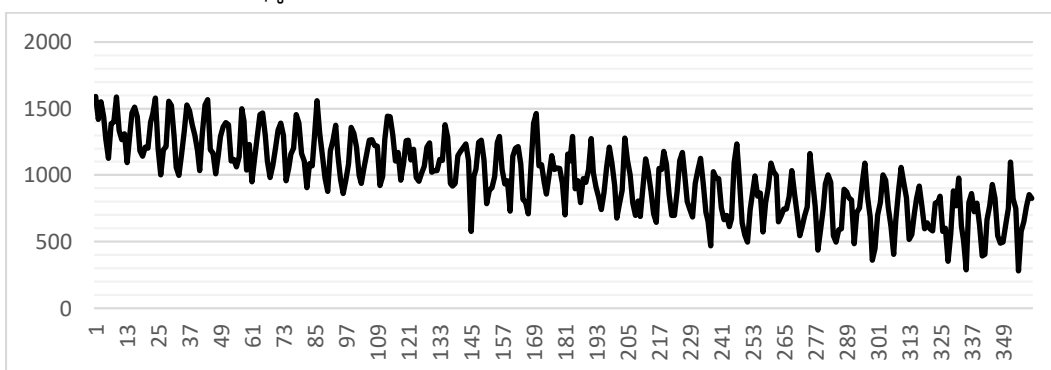
ก) ความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (Continuous (CON))



ข) ความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล (Seasonality (SEA))



ค) ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (Seasonality and Increasing Trend (SIT))



ง) ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (Seasonality and Decreasing Trend (SDT))

รูปที่ 1.1 ความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้ง 4 รูปแบบ เมื่อ $t = 360$

บทความของ Zhao และคณะ (2002) ไม่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมสินค้าคงคลัง และบทความของจรรีรัตน์ และ โอบาร (2014) ได้ทำการศึกษาการควบคุมสินค้าคงคลังความต้องการเพียงรูปแบบเดียวโดยใช้ข้อมูลจริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นโอกาสในการทำวิจัยเพิ่มเติมจากการทบทวนวรรณกรรมของบทความทั้งสองฉบับ คือ การเสนอความต้องการทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) ความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (Continuous (CON)), 2) ความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล (Seasonality (SEA)), 3) ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) และ 4) ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) (อ้างอิงจากบทความของ Zhao และคณะ (2002)) โดยสร้างค่าความต้องการสินค้าระยะยาว เพื่อวิเคราะห์หาวิธีการหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสม (อ้างอิงจากบทความของจรรีรัตน์ อ้วนเสมอ และ โอบาร กิตติธิรพรชัย (2557)) สำหรับแต่ละรูปแบบความต้องการจึงประยุกต์ใช้วิธีการหาขนาดการสั่งซื้อ 4 วิธี ดังนี้ 1) วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)) 2) วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) 3) วิธีการ Least Unit Cost (LUC) และ 4) วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) โดยศึกษาว่ารูปแบบความต้องการแบบใดเหมาะสมกับวิธีการใดที่ทำให้การควบคุมสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

หมายเหตุ งานวิจัยฉบับนี้ไม่พิจารณาวิธีการ Wagner and Whitin Algorithm (WW) เนื่องจากค่าความต้องการที่ได้จากการสร้างในตารางจัดการโดยคอมพิวเตอร์เป็นข้อมูลระยะยาว ซึ่งไม่เหมาะสมกับวิธีการ Wagner and Whitin Algorithm (WW)

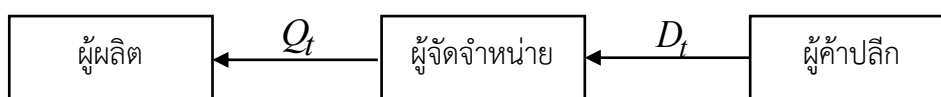
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ศึกษาและเปรียบเทียบผลกระทบของนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังทั้ง 4 วิธี (EOQ, SM, LUC, PPA) แต่ละนโยบายต่อประสิทธิภาพการควบคุมสินค้าคงคลัง (คือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง) ภายใต้รูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีกที่แตกต่างกัน (CON, SEA, SIT, SDT)

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. การวัดประสิทธิภาพการจัดการสินค้าคงคลังในงานวิจัยนี้ คือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (Total Inventory Cost (TIC)) นอกจากนี้งานวิจัยยังสนใจที่จะวัดค่าระดับของสินค้าคงคลังสะสม (Accumulative Inventory Level (AIL)) และ จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N)

2. รูปแบบห่วงโซ่อุปทานเป็นห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับ แสดงดังรูปที่ 1.2 โดยระดับแรกผู้จัดจำหน่ายจะได้รับความต้องการของผู้ค้าปลีก (D_t) (ดูขอบเขตข้อที่ 3) และระดับที่สอง ผู้ผลิตจะได้รับปริมาณการสั่งซื้อสินค้า (Q_t) จากผู้จัดจำหน่ายโดยใช้นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังต่างๆ (ดูขอบเขตข้อที่ 4)



รูปที่ 1.2 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ

3. กำหนดให้รูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีกเป็นแบบตัวแปรทราบค่าแน่นอน (Deterministic Variable Demand) มี 4 รูปแบบ (อ้างอิงจากบทความของ Zhao และคณะ (2002)) ดังนี้

รูปแบบที่ 1 เป็นความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (Continuous (CON)) ตามรูปที่ 1.1 ก)

รูปแบบที่ 2 เป็นความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล (Seasonality (SEA)) ตามรูปที่ 1.1 ข)

รูปแบบที่ 3 เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) ตามรูปที่ 1.1 ค)

รูปแบบที่ 4 เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) ตามรูปที่ 1.1 ง)

4. กำหนดให้นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง 4 แบบ ดังนี้

นโยบายที่ 1 วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ))

นโยบายที่ 2 วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)

นโยบายที่ 3 วิธีการ Least Unit Cost (LUC)

นโยบายที่ 4 วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)

5. วิธีการคำนวณโดยตารางจัดการ (Spreadsheet) ของโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กเซล (Microsoft Excel) เพื่อสร้างค่าความต้องการของลูกค้าปลีกและคำนวณค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังของแต่ละการทดลอง เนื่องจากความต้องการไม่ใช่แบบคงที่และด้วยลักษณะของนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง ที่มีการคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อที่ ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงใช้ตารางจัดการ (Spreadsheet) ช่วยในการคิดคำนวณและประมวลผล

6. โดยการศึกษางานวิจัยนี้กำหนดให้มีหน่วยเวลาเป็น “วัน” ซึ่งศึกษา 360 วัน

7. เวลาระหว่างการสั่งซื้อจนถึงส่งมอบ มีค่าเท่ากับ 0

8. ไม่อนุญาตให้สินค้าคงคลังขาดแคลน ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการขาดแคลนสินค้า (Out of Stock Cost) จะไม่เกิดขึ้น

9. กำหนดให้ ต้นทุนในการสั่งซื้อ (C) = 285 และ 583 ดอลลาร์ต่อครั้ง อ้างอิงจากบทความของ Zhao และคณะ (2002) ซึ่งในบทความนี้จะมีต้นทุนในการขนส่ง 4 ระดับ (450, 255, 331 และ 553 ดอลลาร์) และต้นทุนในการสั่งซื้อ 30 ดอลลาร์ต่อครั้ง ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกต้นทุนในการขนส่งแบบต่ำสุดและสูงต่ำมาใช้ในการคำนวณ โดยคิดรวมในส่วนต้นทุนการสั่งซื้อ

10. กำหนดให้ ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (H) = 0.03 และ 0.04 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน อ้างอิงจากบทความของ Zhao และคณะ (2002) ซึ่งเป็นต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังสำหรับผู้ผลิตสินค้าและผู้ค้าปลีกตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของสินค้าคงคลังที่จัดเก็บ 0.1%

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถหาวิธีการควบคุมสินค้าคงคลังให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ค้าปลีกแต่ละรูปแบบ

2. ช่วยลดต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังของความต้องการของผู้ค้าปลีกแต่ละรูปแบบ

1.5 เหตุผลที่ใช้วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ))

เนื่องจากวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) เป็นวิธีการคำนวณที่ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการเข้าใจ จึงเป็นที่นิยมในการประยุกต์ใช้ แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดในการใช้งาน นั่นคือ ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกต้องทราบค่าแน่นอนและคงที่ สม่าเสมอทุกช่วงเวลาเท่านั้น แต่รูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีกในงานวิจัยฉบับนี้เป็นความต้องการที่ทราบค่าแน่นอนแต่ไม่คงที่ในแต่ละช่วงเวลา (Deterministic Variable Demand) จึงไม่สามารถยืนยันได้ว่าวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) จะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับรูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีกในแต่ละรูปแบบ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังจึงได้นำนโยบายการสั่งซื้อแบบประหยัดมาพิจารณาในการศึกษาและเปรียบเทียบด้วย

1.6 คำอธิบายเพิ่มเติมชนิดของความต้องการสินค้า

โดยทั่วไปถ้าให้ความต้องการของผู้ค้าปลีกแบบสโตแคสติก (Stochastics Demand) ทางผู้จัดจำหน่ายจะไม่ทราบค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลาอนาคตเลย ทางผู้จัดจำหน่ายจะรู้ค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกที่แน่นอนเฉพาะในอดีตเท่านั้น ดังนั้น ทางผู้จัดจำหน่ายจำเป็นต้องใช้เทคนิคการพยากรณ์ต่างๆ มาทำนายความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกในอนาคต

ถ้าให้ความต้องการของผู้ค้าปลีกแบบตัวแปรทราบค่าแน่นอน (Deterministic Variable Demand) ทางผู้จัดจำหน่ายจะรู้ความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้งในอดีตและอนาคต ดังนั้นผู้จัดจำหน่ายไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิคการพยากรณ์ใดๆ มาทำนายความต้องการของผู้ค้าปลีก ซึ่งคำว่า “ตัวแปรทราบค่าแน่นอน (Deterministic Variable Demand)” จะแสดงให้เห็นว่าในแต่ละช่วงเวลาจะมีความต้องการของผู้ค้าปลีกไม่คงที่ ดูตัวอย่างดังตารางที่ 1.1 ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าทุกช่วงเวลา ทางผู้จัดจำหน่ายจะทราบค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกทุกช่วงเวลา t แต่ค่าความต้องการนั้นไม่ใช่ค่าที่เท่ากันทุกๆ ช่วงเวลา

ตารางที่ 1.1 ตัวอย่างความต้องการของผู้ค้าปลีกแบบตัวแปรทราบค่าแน่นอน

t	1	2	3	4	...	357	358	359	360
D_t	1075	865	1109	1170	...	1035	986	1011	1071

ในงานวิจัยฉบับนี้จะสมมติว่าความต้องการของผู้ค้าปลีกแบบตัวแปรทราบค่าแน่นอน (Deterministic Variable Demand) และความต้องการทั้ง 4 รูปแบบ (คือ CON, SEA, SIT, SDT) จะถูกสร้างจากสมการ 1.1

$$D_t = base + slope \times t + season \times \sin\left(\frac{2\pi}{SeasonCycle} \times t\right) + noise \times snormal_t(0,1) \quad (1.1)$$

โดยที่ D_t คือ ความต้องการในช่วงเวลา t

t คือ คาบเวลา (วัน)

$base$ คือ ค่าเริ่มต้น (เพื่อให้ความต้องการเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 1,000 สำหรับงานวิจัยนี้)

$slope$ คือ ค่าความชัน

$season$ คือ ค่าฤดูกาล

$noise$ คือ ค่ารบกวน

$SeasonCycle$ คือ ช่วงเวลาในแต่ละครั้งที่เปลี่ยนแปลงไป

$snormal_t(0,1)$ คือ ตัวเลขสุ่มที่มีการกระจายตัวปกติของช่วงเวลาที่ t โดยมีค่าเฉลี่ย (μ)

เท่ากับ 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เท่ากับ 1

แม้ว่าสมการที่ 1.1 (อ้างอิงจากงานวิจัยของ Zhao และคณะ (2002)) เป็นแบบสโตแคสติก (Stochastic Model) คือค่าความต้องการของลูกค้า (หรือของผู้ค้าปลีกในงานวิจัยนี้) ที่แปรเปลี่ยนตามเวลา ซึ่งค่าความต้องการที่ได้จากการสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number) โดยนโยบายในการควบคุมสินค้าคงคลังแต่ละวิธีการที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาเหมาะสำหรับความต้องการแบบตัวแปรที่ทราบค่าแน่นอน (Deterministic Variable Demand) ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการสร้างค่าความต้องการของลูกค้าจากสมการที่ 1.1 เพื่อให้ได้ค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกแต่ละรูปแบบตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ที่สำคัญคืองานวิจัยนี้กำหนดให้ ค่าที่ได้จากการสร้างตัวเลขสุ่มเป็นความต้องการแบบทราบค่าแน่นอน หมายถึงผู้จัดจำหน่ายทราบค่าความต้องการของผู้ค้าปลีก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบนโยบายสินค้าคงคลังทั้ง 4 วิธีการ

ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกที่ได้จากการสร้างตัวเลขสุ่มดังกล่าวจะต้องมีผลรวมของความต้องการ (Total Demand) แต่ละรูปแบบมีค่าเท่ากัน เพื่อที่จะสามารถนำไปสู่การเปรียบเทียบต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังได้อย่างไม่มีความลำเอียง

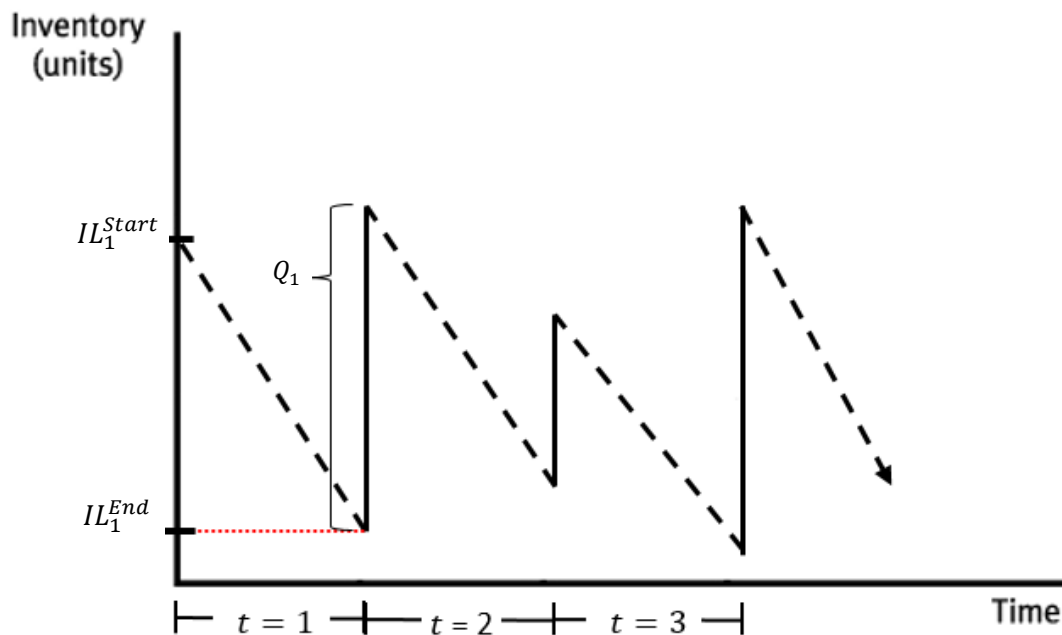
1.7 การคำนวณหาค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (Accumulative Inventory Level)

$$\begin{aligned} TIC &= C \times N + H \times AIL \\ &= C \times N + H \times \sum_{t=1}^{360} IL_t^{End} \end{aligned} \quad (1.2)$$

$$\text{เมื่อ } AIL = \sum_{t=1}^{360} IL_t^{End}$$

โดยที่	TIC	คือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง
	C	คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อ (ดอลลาร์ต่อครั้ง)
	N	คือ จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (ครั้งต่อปี)
	H	คือ ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน)
	AIL	คือ ระดับสินค้าคงคลังสะสมตลอดทั้งการสั่งซื้อ (หน่วย)
	IL_t^{End}	คือ ระดับสินค้าคงคลังสิ้นงวดของช่วงเวลา t

งานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ทบทวนระดับสินค้าคงคลังเมื่อสิ้นงวด และกำหนดให้ผู้ผลิตจัดส่งสินค้าทันทีที่ปลายงวดเมื่อมีการสั่งซื้อ ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ระดับสินค้าคงคลัง

โดย IL_t^{Start} คือ ระดับสินค้าคงคลังต้นงวดของช่วงเวลาที่ t
 IL_t^{End} คือ ระดับสินค้าคงคลังสิ้นงวดของช่วงเวลาที่ t
 Q_t คือ ปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ t (หน่วย)

1.8 ปัจจัยและระดับในการศึกษาของงานวิจัย

ถ้ายึดตามการออกแบบการทดลองจะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้

ตัวแปรตาม (Dependent Variable หรือ Response Variable) คือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC)

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) จะมีทั้งหมด 4 ปัจจัยแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ปัจจัยและระดับของการทดลอง

ปัจจัย (Factor)	ระดับ (Level)
ความต้องการของผู้ค้าปลีก	1) ความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (CON) 2) ความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล (SEA) 3) ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (SIT) 4) ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (SDT)
นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง	1) วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)) 2) วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) 3) วิธีการ Least Unit Cost (LUC) 4) วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)
ต้นทุนในการสั่งซื้อ (C)	1) 285 ดอลลาร์ต่อครั้ง 2) 583 ดอลลาร์ต่อครั้ง
ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (H)	1) 0.03 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน 2) 0.04 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน

จากตารางที่ 1.2 จะเห็นได้ว่าในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาผลกระทบของปัจจัยทั้งสี่ (คือ ความต้องการของผู้ค้าปลีก, นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง, ต้นทุนการสั่งซื้อ, ต้นทุนการจัดเก็บ) ต่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ว่า

- ปัจจัยใดส่งผลกระทบต่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) มากที่สุด
- ปัจจัยใดไม่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) (หรือส่งผลกระทบต่อผลกระทบน้อย)
- นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังใดที่ให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ต่ำที่สุดภายใต้ความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบต่างๆ เป็นต้น

ดังนั้น เพื่อตอบคำถามดังกล่าวในงานวิจัยนี้จึงเลือกวิธีการทำวิจัยในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment (DOE)) ซึ่งจะช่วยให้ตอบโจทย์ได้ครบทุกมุมมองมากกว่าวิธีการใช้ค่าเฉลี่ยหรือกราฟเพื่อหาคำตอบ

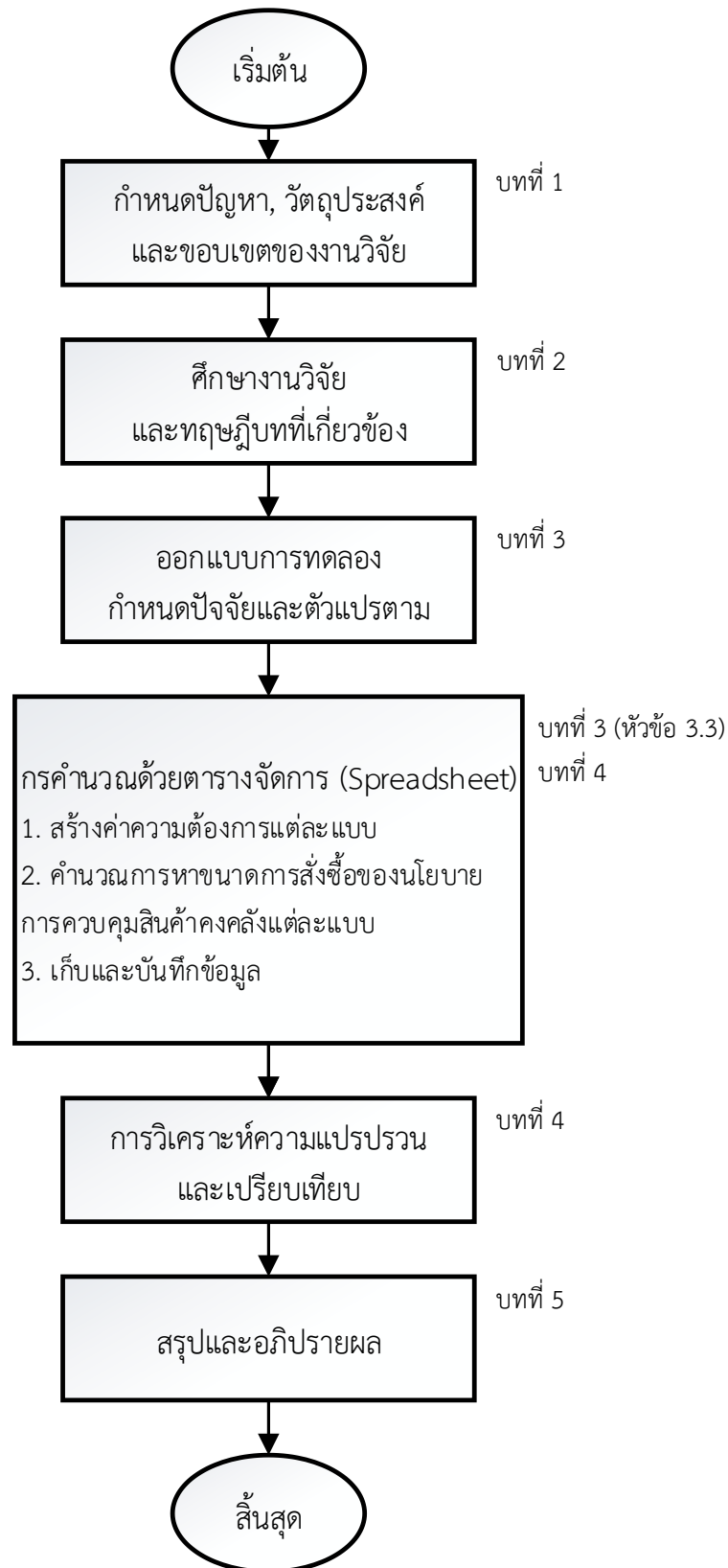
1.9 แผนการดำเนินงาน

ในงานวิจัยฉบับนี้ใช้ระยะและลำดับขั้นตอนดังนี้ (ดูตารางที่ 1.3)

ตารางที่ 1.3 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงาน	บท	2561										2562					
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	
1) ศึกษาเนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	1,2	■	■	■													
2) ออกแบบการทดลอง กำหนดตัวแปรและปัจจัย	3			■	■	■											
3) สร้างค่าความต้องการของผู้ค้ำปสิทกั้ 4 รูปแบบ	3					■	■	■									
4) คำนวณหาขนาดการสั่งซื้อโดยนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังท้ 4 วิธีการ	3,4								■	■	■	■					
5) บันทึกข้อมูล	3,4											■	■				
6) การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบ	4												■	■			
7) สรุปผลการวิจัย	5																■

1. ศึกษาเนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบการทดลองกำหนดตัวแปรและปัจจัย
3. สร้างค่าความต้องการของผู้ค้ำปสิทกั้ 4 รูปแบบ
4. คำนวณหาขนาดการสั่งซื้อโดยนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังท้ 4 วิธีการ
5. บันทึกข้อมูล
6. การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบ
7. สรุปผลการวิจัย



รูปที่ 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยและเนื้อหาในแต่ละบท

1.10 สัญลักษณ์และความหมายที่จะใช้ในงานวิจัย

สัญลักษณ์ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ สามารถความหมายได้จากตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ความหมายของสัญลักษณ์ในงานวิจัย

สัญลักษณ์	ความหมาย
TIC	ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (Total Inventory Cost)
AIL	ระดับของสินค้าคงคลังสะสม (หน่วย) (Accumulative Inventory Level)
N	จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ
CON	ความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (Continuous)
SEA	ความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล (Seasonality)
SIT	ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (Seasonality and Increasing Trend)
SDT	ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (Seasonality and Decreasing Trend)
EOQ	วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity)
SM	วิธีการ Silver and Meal Heuristic
LUC	วิธีการ Least Unit Cost
PPA	วิธีการ Part-Period Algorithm
C	ต้นทุนในการสั่งซื้อ (ดอลลาร์ต่อครั้ง) (Ordering Cost)
H	ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน) (Holding Cost)
h	ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อปี)
D	ความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้งหมด (หน่วยต่อปี)
D_t	ความต้องการของผู้ค้าปลีกช่วงเวลา t
Q^*	ปริมาณสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดในแต่ละครั้ง (หน่วยต่อครั้ง)
Q_t	ปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ t (หน่วย)
t	คาบเวลา (วัน)
APP	Accumulated Part-Period
EPP	Economic Part-Period

ตารางที่ 1.4 ความหมายของสัญลักษณ์ในงานวิจัย (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
<i>base</i>	ค่าเริ่มต้นในการสร้างค่าความต้องการสินค้า
<i>slope</i>	ค่าความชันในการสร้างค่าความต้องการสินค้า
<i>season</i>	ค่าฤดูกาลในการสร้างค่าความต้องการสินค้า
<i>noise</i>	ค่ารบกวนในการสร้างค่าความต้องการสินค้า
<i>SeasonCycle</i>	วงจรฤดูกาลในการสร้างค่าความต้องการสินค้า
$Snormal_t(0,1)$	ตัวเลขสุ่มที่มีการกระจายตัวปกติของช่วงเวลาที่ t โดยมีค่าเฉลี่ย (μ) เท่ากับ 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เท่ากับ 1
IL_t^{Start}	ระดับสินค้าคงคลังต้นงวดของช่วงเวลาที่ t (หน่วย)
IL_t^{End}	ระดับสินค้าคงคลังสิ้นงวดของช่วงเวลาที่ t (หน่วย)

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาการควบคุมสินค้าคงคลังของแต่ละรูปแบบของความต้องการแต่ละรูปแบบ ซึ่งจะหาหนโยบายที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังมีค่าต่ำ โดยบทนี้เป็นการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสินค้าคงคลัง เนื้อหาในบทที่ 2 จะประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 การจัดการสินค้าคงคลัง
- 2.2 การบริหารต้นทุนสินค้าคงคลัง
- 2.3 ระบบการควบคุมสินค้าคงคลัง
- 2.4 การตัดสินใจขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง
- 2.5 ปัญหาและวิธีการหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสม
- 2.6 วิธีการ Wagner and Whitin Algorithm (WW)
- 2.7 วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
- 2.8 วิธีการ Least Unit Cost (LUC)
- 2.9 วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)
- 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.11 บทสรุปจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการสินค้าคงคลัง

พิชัย สุขเจริญพงษ์ (2546) ให้ความหมายสินค้าคงคลัง (Inventory) ว่าเป็นสินค้าที่เก็บไว้เพื่อการใช้งานหรือจำหน่ายในอนาคต ไม่ว่าจะบริษัทใดก็ตาม อาจเก็บสินค้าคงคลังจำนวนมากหลายชนิดไว้ตั้งแต่ของเล็กๆน้อยๆ เช่น กระดาษ ดินสอ ปากกา ไปจนถึงของใหญ่ๆ เช่น เครื่องจักร รถยนต์ เป็นต้น โดยแต่ละบริษัทที่จัดเก็บสินค้าคงคลังนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของกิจการที่ทำอยู่

ประสงค์ ประณีตพลกรัง และคณะ (2547) ได้นิยามหน้าที่สำคัญสินค้าคงคลังในการเพิ่มความยืดหยุ่นในการบริหารงานผลิตได้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อตอบสนองความต้องการสินค้าของลูกค้า เช่น สินค้าคงคลังในร้านสะดวกซื้อ เป็นการเก็บสินค้าไว้สำหรับลูกค้าที่เข้ามาซื้อสินค้าโดยทั่วไป ซึ่งไม่รู้กำหนดเวลาการเข้าที่แน่นอนของลูกค้า และไม่รู้ปริมาณที่ต้องการซื้อแต่ละครั้งด้วย
2. เพื่อให้เกิดความราบเรียบในการสั่งซื้อ เช่น ในกรณีสินค้าที่ขายในฤดูกาล การสั่งซื้อสินค้าและเก็บไว้ก่อนฤดูกาลขาย จะช่วยให้มีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการในฤดูกาลนั้น

3. เป็นการจัดแยกประเภทสินค้าอย่างเป็นหมวดหมู่ และการบริการสินค้าคงคลังจะช่วยให้สามารถจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าได้ทันเวลา
4. ทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างผู้ส่งมอบ (Supplier) กับผู้ผลิต และผู้ผลิตกับลูกค้า เช่น ผู้ส่งมอบผลิตหรือจัดส่งไม่สม่ำเสมอ จะส่งผลกระทบต่องานผลิตของบริษัทได้ และกระทบไปถึงลูกค้าด้วย
5. เพื่อให้ได้รับส่วนลดจากการสั่งในปริมาณมากๆ เนื่องจากถ้าสั่งซื้อสินค้าจำนวนมากจะทำให้ได้ราคาต่อหน่วยที่ต่ำลง แต่การสั่งเพื่อให้ได้ส่วนลดนั้น ย่อมก่อให้เกิดสินค้าคงคลังขึ้น
6. ป้องกันสถานะเงินเฟ้อ และสถานะการขึ้นราคาของสินค้า เนื่องจากมีการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าตลอดเวลา
7. ป้องกันความไม่แน่นอนจากการส่งมอบ

2.2 การบริหารต้นทุนสินค้าคงคลัง

ชุมพล ศฤงคารศิริ (2545) ได้กล่าวว่า การควบคุมสินค้าคงคลังที่พยายามจะลดต้นทุนโดยรวมการควบคุมสินค้าคงคลังให้ต่ำที่สุด ซึ่งต้องพิจารณา 2 ประการ คือ จำนวนที่ต้องสั่งซื้อในแต่ละครั้ง และพิจารณาว่าเมื่อใดจึงจะสั่งซื้อสินค้า การพิจารณาเพื่อหาแนวทางการตัดสินใจเป็นไปได้ว่า การสั่งซื้อเป็นจำนวนมากเพื่อลดต้นทุนในการสั่งซื้อให้ต่ำที่สุด หรือสั่งซื้อครั้งละน้อยๆ เพื่อลดต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลังให้ต่ำที่สุด

ต้นทุนสินค้าคงคลัง (Inventory Cost) แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อ และต้นทุนในการจัดเก็บ ส่วนต้นทุนสุดท้าย คือ ต้นทุนเนื่องจากไม่มีสินค้าในสต็อก ซึ่งจำเป็นต้องมีการสั่งซื้อเพิ่ม

1. ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อที่รวมต้นทุนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสั่งซื้อสินค้าเพื่อนำมาเก็บไว้ในคลัง ต้นทุนนี้จะเกิดขึ้นทุกครั้งที่มีการสั่งซื้อ โดยจะประกอบด้วยค่าเอกสาร การติดต่อสั่งซื้อ ค่าการขนส่ง การตรวจสอบ การรับของ การขนย้าย เป็นต้น ต้นทุนทั้งหมดไม่แปรผันกับขนาดของการสั่ง

2. ต้นทุนในการจัดเก็บ (Carrying Cost หรือ Holding Cost) คือ ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลังเพื่อเก็บสินค้าคงคลัง ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับสินค้าคงคลัง และระยะเวลาในการเก็บรักษา ต้นทุนในส่วนนี้ประกอบด้วยค่าเช่าสถานที่ ค่าการจัดเก็บ ค่าการรักษา ค่าแรง ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าประกัน และค่าเสื่อมสภาพของสินค้า เป็นต้น

3. ต้นทุนการขาดแคลน (Shortage Cost) คือ การขาดสินค้าในคลังก็เป็นการสูญเสียเงินเหมือนกัน เมื่อไม่มีสินค้าส่งให้ลูกค้าเมื่อถึงเวลาที่กำหนด หรือเกิดเมื่อความต้องการของลูกค้าไม่ได้รับการตอบสนองนั่นเอง อาจอยู่ในรูปของค่าปรับตามที่ตกลงกันในสัญญา หรือในรูปแบบอื่นที่ประเมินยาก เช่น การสูญเสียชื่อเสียง ความเชื่อมั่นของลูกค้า เป็นต้น

ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (Total Inventory Cost) ดังสมการดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง} &= \text{ต้นทุนการสั่งซื้อ} + \text{ต้นทุนในการจัดเก็บ} \\ &+ \text{ต้นทุนการขาดแคลน} \end{aligned}$$

2.3 ระบบการควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control System)

การบริหารสินค้าคงคลัง คือ การลงบัญชีและตรวจนับสินค้าคงคลัง เพราะแต่ละธุรกิจจะมีสินค้าคงคลังหลายชนิด แต่ละชนิดอาจมีความหลากหลาย เช่น ขนาดรูปถ่าย สีผ้า ซึ่งทำให้การตรวจนับสินค้าคงคลังต้องใช้นักงานจำนวนมาก เพื่อให้ได้จำนวนที่ถูกต้องภายในระยะเวลาที่กำหนด เพื่อที่จะได้ทราบว่าชนิดสินค้าคงคลังที่เริ่มขาดมือ ต้องซื้อเพิ่ม และปริมาณการซื้อที่เหมาะสม ระบบการควบคุมสินค้าคงคลังที่มีอยู่ 2 วิธี คือ (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2545)

1. ระบบสินค้าคงคลังอย่างต่อเนื่อง (Continuous Inventory System)

1.1 แบบสถิต (Static) เป็นความต้องการแบบคงที่

1.2 แบบพลวัต (Dynamic) เป็นความต้องการที่เปลี่ยนไปตามช่วงเวลา

2. ระบบสินค้าคงคลังเมื่อสิ้นงวด (Periodic Inventory System)

2.1 แบบหยุดนิ่ง (Stationary) เป็นฟังก์ชันความหนาแน่น (Probability Density Function (p.d.f)) ของความต้องการไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

2.2 แบบไม่หยุดนิ่ง (Nonstationary) เป็นฟังก์ชันความหนาแน่น (Probability Density Function (p.d.f)) ของความต้องการที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

1. ระบบสินค้าคงคลังอย่างต่อเนื่อง (Continuous Inventory System) เป็นระบบสินค้าคงคลังที่มีการลงบัญชีทุกครั้งที่มีการรับสินค้าและส่งสินค้า ทำให้ทราบจำนวนสินค้าคงคลังที่เหลือในคลังที่แท้จริง ซึ่งระบบนี้เหมาะสำหรับการควบคุมสินค้าคงคลังที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลา ไม่สามารถให้สินค้าคงคลังขาดแคลน

2. ระบบสินค้าคงคลังเมื่อสิ้นงวด (Periodic Inventory System) เป็นระบบสินค้าคงคลังที่มีการลงบัญชีเฉพาะในช่วงเวลาที่กำหนดไว้เท่านั้น เช่น การตรวจนับและลงบัญชีทุกปลายสัปดาห์หรือปลายเดือน ซึ่งระบบนี้เหมาะสำหรับสินค้าที่มีการสั่งซื้อและต้องการใช้เป็นช่วงเวลาที่แน่นอน

โดยรูปแบบของการกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังมีหลายรูปแบบ เช่น

- นโยบาย (s,Q) : กำหนดให้มีการสั่งซื้อสินค้ามาเติมเต็มในคลังสินค้าเป็นจำนวน Q หน่วย เมื่อระดับคลังลดลงต่ำกว่าจุดสั่งซื้อ s ที่กำหนดไว้

- นโยบาย (s,S) : มีการตรวจสอบคงคลังแบบต่อเนื่อง โดยกำหนดให้มีการสั่งซื้อสินค้ามาเติมเต็มในคลังสินค้าให้มีจำนวนเท่ากับระดับสินค้าคงคลังสูงสุด S หน่วย เมื่อระดับคลังลดลงต่ำกว่าจุดสั่งซื้อ (S)

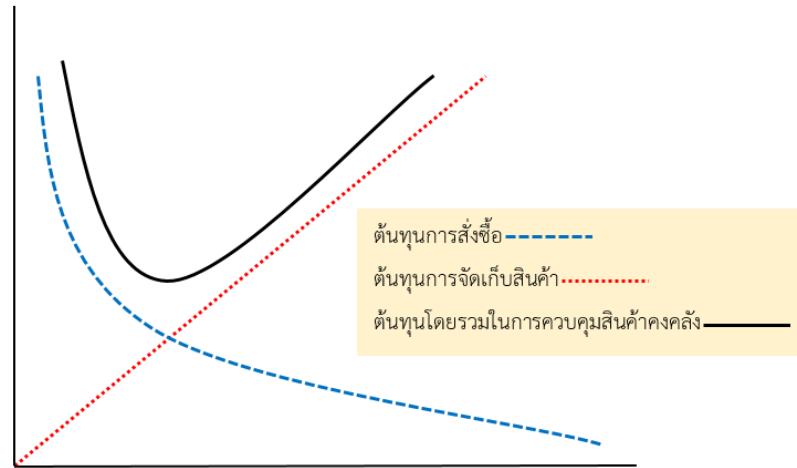
- นโยบาย (R,S) : กำหนดให้มีการสั่งซื้อสินค้ามาเติมเต็มในคลังสินค้าให้มีจำนวนเท่ากับระดับสินค้าคงคลังสูงสุด S หน่วย ทุกรอบการสั่งซื้อสินค้า R วัน ซึ่งเป็นการตรวจสอบสินค้าคงคลังแบบตามรอบหรือเป็นระยะ

- นโยบาย (R,s,S) : เป็นการรวมนโยบาย (s,S) และ (R,S) เข้าด้วยกันให้มีจำนวนเท่ากับระดับสินค้าคงคลังสูงสุด S หน่วย ทุกรอบการสั่งซื้อสินค้า R วัน ซึ่งเป็นการตรวจสอบสินค้าคงคลังแบบตามรอบหรือเป็นระยะ ทุกรอบการสั่งซื้อสินค้า R วัน และเมื่อระดับคงคลังลดลงต่ำกว่าจุดสั่งซื้อ s ที่กำหนดไว้ ให้มีการสั่งซื้อสินค้ามาเติมเต็มในคลังสินค้าให้มีจำนวนเท่ากับระดับสินค้าคงคลังสูงสุด S หน่วย

2.4 การตัดสินใจขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง

ระบบการควบคุมสินค้าคงคลัง (พิภพ ลลิตาภรณ์, 2556) คือ การหาระดับการจัดเก็บที่เหมาะสมที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังอยู่ในระดับที่ต่ำสุด โดยต้องมีสินค้าคงคลังรองรับเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าอยู่ตลอดเวลา ซึ่งในแต่ละช่วงเวลามักมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องอัตราความต้องการที่ไม่แน่นอน หรือช่วงเวลานำในการส่งมอบที่ไม่แน่นอน ทำให้การดำเนินการควบคุมสินค้ามีความยุ่งยากมากขึ้น ดังนั้น ในการดำเนินการควบคุมสินค้าคงคลังมีการตัดสินใจขั้นพื้นฐานจึงมีอยู่ 2 ประการคือ การตัดสินใจว่าจะสั่งสินค้าแต่ละรายการจำนวนเท่าไรในแต่ละครั้ง ไม่ว่าจะเป็นการสั่งซื้อจากผู้ส่งมอบภายนอกหรือสั่งผลิตภายในบริษัทเอง และการตัดสินใจว่าจะสั่งสินค้าจำนวนนี้เมื่อไร ในการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาทั้งสองนี้ ฝ่ายจัดการมักจะเกิดความรู้สึกขัดแย้งกัน ถ้าจะให้ต้นทุนการสั่งซื้อที่ต่ำ ควรสั่งซื้อแต่ละครั้งเป็นจำนวนมากๆ แต่ถ้าจะให้ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่ต่ำ ควรทำการสั่งแต่ละครั้งจำนวนน้อย ไม่ว่าจะสั่งจำนวนเท่าไรก็ตาม ต้นทุนทั้งสองรายการสวนทางกัน ในขณะที่ต้นทุนรายการหนึ่งลดลง ต้นทุนอีกรายการหนึ่งกลับเพิ่มขึ้น ดังนั้น การพิจารณาหาปริมาณการสั่งซื้อเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังอยู่ในระดับต่ำที่สุด

ความสัมพันธ์ของต้นทุนต่างๆ ในระบบสินค้าคงคลังกับปริมาณการสั่งซื้อสินค้าคงคลังต่อครั้ง แสดงต้นทุนดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการจัดเก็บ

2.5 ปัญหาและวิธีการหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสม

ปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อ (Lot Sizing Problem) เป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งในการควบคุมสินค้าคงคลัง ขนาดจะเป็นตัวกำหนดระดับคงคลังโดยเฉลี่ย ความถี่ในการสั่งซื้อระดับความพึงพอใจ และส่วนลดของผู้จัดจำหน่าย ดังนั้นทางออกที่ดีที่สุดของปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อที่จะลดต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง การสั่งซื้อ/การตั้งค่า ต้นทุนการขาดแคลนและต้นทุนการจัดซื้อ ปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อที่ใช้กันยาวนาน คือ รูปแบบการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ))

ต้นทุนในการพิจารณาเพื่อหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมประกอบด้วย ต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการจัดเก็บสินค้า ซึ่งการหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (Total Inventory Cost) ที่ต่ำที่สุด โดยสามารถแก้ได้ด้วยวิธีการที่ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดหรือวิธีการเอ็กแซก (Exact Method) ส่วนวิธีการที่สองเรียกว่าการหาคำตอบที่เหมาะสม หรือวิธีการฮิวริสติก (Heuristic) วิธีการนี้อาจจะได้คำตอบที่เท่ากับวิธีการเอ็กแซกแต่จะมีวิธีการที่ง่ายกว่าและใช้เวลาในการคำนวณทั้งการคำนวณด้วยมือหรือคอมพิวเตอร์ที่สั้นกว่ามาก โดยเฉพาะกรณีที่ปัญหามีขนาดใหญ่

ปัญหาการหาขนาดการผลิตที่เหมาะสมด้วยตัวแบบคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปหรือการพัฒนาวิธีการฮิวริสติกหรือวิธีการเมตาฮิวริสติกในการแก้ปัญหา โดยมีสมมติฐานดังต่อไปนี้

1. ทราบค่าคาบเวลาในการสั่งซื้อที่แน่นอน โดยจะทำการวางแผน T คาบเวลา
2. ทราบค่าความต้องการสินค้าในแต่ละคาบเวลาตลอดระยะเวลา T คาบเวลาและค่าความต้องการต้องได้รับการตอบสนองในตอนต้นของคาบเวลา
3. ในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละชิ้นต้องเป็นอิสระต่อกัน
4. เวลามาในการสั่งซื้อ (Lead Time) มีค่าเป็นศูนย์
5. ต้นทุนในการสั่งซื้อมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการวางแผน
6. ต้นทุนในการจัดเก็บเป็นแบบเส้นตรง และคิดต้นทุนตอนท้ายของคาบเวลามีสินค้าคงคลัง
7. สินค้าคงคลังตอนเริ่มต้นการวางแผนและตอนสุดท้ายต้องมีค่าเป็นศูนย์

วิธีการคำนวณการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ))

ตัวแปรต่างๆ ระบบการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) มีดังนี้

Q^* = ปริมาณสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดในแต่ละครั้ง (หน่วยต่อครั้ง)

D = ปริมาณความต้องการสินค้าทั้งหมด (หน่วยต่อปี)

C = ต้นทุนในการสั่งซื้อ (ดอลลาร์ต่อครั้ง)

h = ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อปี)

- คำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อแต่ละครั้งที่ประหยัดที่สุด (Q^*)

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC}{h}} \quad (2.1)$$

ในงานวิจัยนี้เป็นปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อสำหรับสินค้าชนิดเดียวกันแบบไม่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร โดยจะใช้วิธีการฮิวริสติกในการแก้ปัญหา โดยปัญหานี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่ำที่สุด

วิธีการฮิวริสติกเป็นระเบียบวิธีที่อิสระ ที่สามารถสร้างกรรมวิธีหรือขั้นตอนใดๆก็ได้เปรียบเสมือนการออกแบบเสื้อผ้า เมื่อออกแบบมาแล้วต้องสวยงาม ใช้ได้จริงและง่ายในการสวมใส่ เช่นเดียวกับการออกแบบวิธีการทางฮิวริสติก ที่ต้องออกแบบมาให้ใช้งานง่าย มีประสิทธิภาพ ใช้งานได้จริง การแก้ปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีฮิวริสติกได้มีการกล่าวถึงและดำเนินการค้นคว้าวิจัยจากนักวิจัยต่างๆ จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

2.6 วิธี Wagner and Whitin Algorithm (WW)

วิธี Wagner and Whitin Algorithm (WW) เป็นวิธีฮิวริสติกที่นิยมนำมาใช้แก้ปัญหาในกรณีที่มีความต้องการไม่เท่ากันในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งสามารถรับรองได้ว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด ได้เสนอขั้นตอนการคำนวณสำหรับการแก้ปัญหาของแบบจำลองการกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยพิจารณาระบบสินค้าคงคลังสำหรับการสั่งซื้อสินค้าชนิดเดียว (Single Item) ซึ่งประกอบด้วยหลายช่วงเวลาและเหมาะสมสำหรับข้อมูลจำนวนไม่เยอะ แต่วิธีนี้ไม่เหมาะสมกับการใช้งานจริง เนื่องจากความซับซ้อนในการคำนวณและทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ยากกว่าวิธีการอื่นๆ และไม่รองรับกรณีความต้องการที่เปลี่ยนแปลงหากได้รับข้อมูลใหม่ (ระพีพันธ์, 2555)

2.7 วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)

วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้คำตอบที่ใกล้เคียงกับค่าที่ดีที่สุด มีความง่ายและสะดวกในการคำนวณ (Tersine, 1994)

กำหนดให้ t = คาบเวลา (วัน, สัปดาห์, เดือน) $t = 1, \dots, T$ เมื่อ T แสดงระยะเวลาทั้งหมดในการวางแผน

D_t = ปริมาณความต้องการสินค้าในช่วงเวลา t

C = ต้นทุนการสั่งซื้อในคาบเวลา (ดอลลาร์ต่อครั้ง)

H = ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน)

$TRC(T)$ = ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อระยะเวลาทั้งหมดในการวางแผน

Q = ปริมาณการสั่งซื้อ

ซึ่งมีหลักการพื้นฐานดังนี้

$$\frac{TRC(T)}{T} = \frac{C + H \sum_{t=1}^T (t-1) D_t}{T} \quad (2.2)$$

เพื่อเลือกฟังก์ชันวัตถุประสงค์ T ที่ลดต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่องวด โดยประเมินค่าของ T เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จน

$$\frac{TRC(T+1)}{T+1} > \frac{TRC(T)}{T} \quad (2.3)$$

เมื่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อหน่วยที่ $T+1$ มากกว่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อหน่วยที่ T ให้เลือก T เป็นจำนวนสำหรับคำสั่งปริมาณการสั่งซื้อโดยปริมาณการสั่งซื้อ (Q) คาบที่ T คือ

$$Q = \sum_{t=1}^T D_t \quad (2.4)$$

จะดำเนินการหาขนาดปริมาณการสั่งซื้อคาบเวลาต่อไปเริ่มต้นที่ $T+1$ เป็นระยะเวลาแรกของคำสั่งซื้อและจะดำเนินต่อไปจนถึงจุดสิ้นสุดของทุกคาบเวลา

2.8 วิธีการ Least Unit Cost (LUC)

วิธีการ Least Unit Cost (LUC) มีลักษณะการคำนวณคล้ายกับ Silver and Meal Heuristic (SM) แต่ตัวหารแตกต่างกัน โดยจะใช้จำนวนหน่วยที่ทำการสั่งซื้อในคาบนั้นเป็นตัวหารการคำนวณนี้กำหนดต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยในคาบเวลานั้นๆ หากคำสั่งเริ่มที่ช่วงเวลาแรกและครอบคลุมข้อกำหนดเมื่อสิ้นสุดที่คาบเวลา T ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อหน่วย คือ (Tersine, 1994)

$$\frac{TRC(T)}{\sum_{t=1}^T D_t} = \frac{C + H \sum_{t=1}^T (t-1) D_t}{\sum_{t=1}^T D_t} \quad (2.5)$$

ส่วนกลไกการสั่งซื้อและขนาดการสั่งซื้อดำเนินการเหมือนกับ Silver and Meal Heuristic (SM)

2.9 วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)

วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) เป็นวิธีการคำนวณขนาดการผลิตด้วยการปรับสมดุลต้นทุนในการสั่งซื้อและต้นทุนการจัดเก็บ (Tersine, 1994)

$$\sum_{t=1}^T H(t-1)D_t = C \quad (2.6)$$

$$\sum_{t=1}^T (t-1)D_t = \frac{C}{H} \quad (2.7)$$

กำหนดให้

$$\frac{C}{H} = EPP \text{ (Economic Part-Period)}$$

$$\sum_{t=1}^T (t-1)D_t = APP \text{ (Accumulated Part-Periods)}$$

ขนาดการผลิตจะถูกสร้างขึ้นโดยการเพิ่มความต้องการของคาบเวลาในขนาดต่อเนื่องจนถึง APP แรกที่มากกว่า EPP จะกำหนดขนาดการผลิตสำหรับคาบเวลานั้น ซึ่ง EPP เป็นค่าคงที่ที่เปลี่ยนแปลง ต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการจัดเก็บไปเป็นค่า Part-Periods ซึ่งเป็นกฎการหยุดเพิ่มขนาดการสั่งซื้อทั้งหมด โดยขนาดการสั่งซื้อ คือ

$$Q = \sum_{t=1}^T D_t \quad (2.4)$$

จะดำเนินการหาขนาดปริมาณการสั่งซื้อคาบเวลาต่อไปเริ่มต้นที่ $T + 1$ เป็นระยะเวลาแรกของคำสั่งซื้อและจะดำเนินต่อไปจนถึงจุดสิ้นสุดของทุกคาบเวลา

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้เข้าใจแนวคิดพื้นฐานนำไปสู่การเลือกวิธีการในการดำเนินการวิจัยอย่างเหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้การควบคุมสินค้าคงคลังดังนี้

จรัสรัตน์ อ้วนเสมอ และ โอฬาร กิตติธรรพรชัย (2557) ได้ศึกษาการควบคุมสินค้าคงคลังกรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตผ้าใบไทร์คอร์ด เพื่อป้องกันความไม่แน่นอนของความต้องการและดำเนินการผลิตต่อเนื่องสม่ำเสมอ โดยวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 52 สัปดาห์และหาต้นทุนรวมในการควบคุมวัตถุดิบคงคลังจากวิธีการหาขนาดการสั่งซื้อ ดังนี้ 1) Lot-For-Lot, Period Order Quantity, 2) Least Unit Cost, 3) Part Period Balancing และ 4) Silver and Meal Heuristic (SM) แล้วเทียบกับต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังจากวิธีการ Wagner and Whitin Algorithm (WW) พบว่าวัตถุดิบส่วนใหญ่เหมาะสมกับวิธีการ Silver and Meal Heuristic ที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมวัตถุดิบสารเคมีคงคลังต่างจากวิธีการ Wagner and Whitin Algorithm (WW) ไม่เกิน 11%

Alfaresa และ Turnadib (2018) ได้นำเสนอการศึกษารูปแบบทั่วไปสำหรับปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อกับผู้จัดการจำหน่ายรายหลาย หลายช่วงเวลา ส่วนลดปริมาณ และการชดเชยการขาดแคลน การเขียนโปรแกรมจำนวนเต็มแบบผสม (MIP) ใช้เพื่อกำหนดปัญหาและหาแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากตัวแปรและข้อจำกัด จำนวนมาก แบบนี้ยากที่จะแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม เพื่อแก้ปัญหาเรื่องขนาดของปัญหาที่ใหญ่ขึ้นมีการนำเสนอวิธีแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกสองวิธี วิธีการแรกได้พัฒนาปรับเปลี่ยนจาก Silver and Meal Heuristic (SM) และแบบที่สองพัฒนาปัญหาจากขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm (GA)) โดยทั้งสองวิธีแสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาการแก้ปัญหาจำนวนมาก แต่ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (GA) มักจะดีกว่า

กิงกาญจน์ ผลิกะ และ นพปฎล สุวรรณทรัพย์ (2559) ได้ศึกษาการควบคุมสินค้าคงคลังประเภทสินค้าสำเร็จรูปของบริษัทหนึ่ง โดยต้องการหาวิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมกับบริษัทและให้ความสำคัญด้านต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง ซึ่งเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้จัดการฝ่ายจัดซื้อ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานภายในคลังสินค้า งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการแบ่งประเภทสินค้าคงคลังด้วยระบบเอบีซี (ABC Classification) แล้วนำเฉพาะกลุ่ม เอ มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เพื่อแยกรูปแบบลักษณะความต้องการ โดยลักษณะความต้องการคงที่ สม่ำเสมอใช้เทคนิคการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) และลักษณะความต้องการไม่คงที่ ไม่สม่ำเสมอใช้วิธี Silver and Meal Heuristic (SM) ผลการวิจัยพบว่า เทคนิคการสั่งซื้อแบบประหยัดลดต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังได้ร้อยละ 26.79 และวิธี Silver and Meal Heuristic (SM) ลดต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังได้ร้อยละ 44.38

วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร และ ชยกฤต เจริญศิริวัฒน์ (2554) ได้ศึกษาหลักการควบคุมสินค้าคงคลังสำหรับวัตถุดิบที่เน่าเสียได้ในโรงงานปลากระป๋อง เพื่อลดต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง ซึ่งต้นทุนการจัดเก็บเพิ่มขึ้นด้วยอัตราคงที่และไม่คงที่ โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) การแบ่งประเภทสินค้าคงคลังด้วยระบบเอบีซี ในการคัดเลือกกลุ่มเอนำมาศึกษา 2) การคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด จุดสั่งซื้อ และปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง และ 3) การจำลองการสั่งซื้อวัตถุดิบ พบว่าการควบคุมวัตถุดิบคงคลังด้วยการสั่งซื้อแบบประหยัดในกรณีลดต้นทุนการเก็บรักษามีต้นทุนที่น้อยกว่าวิธีเดิม ดังนั้นควรนำไปใช้กับวัตถุดิบที่เน่าเสียได้ในกลุ่มเอต่อไป พบว่าที่มีต้นทุนการจัดเก็บเพิ่มขึ้นด้วยอัตราคงที่และ ต้นทุนการจัดเก็บเพิ่มขึ้นด้วยอัตราคงที่ลดต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังได้ร้อยละ 22.10 และ 28.24 ดังนั้น การสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) ที่ต้นทุนการจัดเก็บเพิ่มขึ้นด้วยอัตราคงที่สามารถลดต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังได้มากกว่าต้นทุนการจัดเก็บเพิ่มขึ้นด้วยอัตราไม่คงที่

ณัฐพล พุทธิพงษ์ และ ธัญญา วสุศรี (2549) ได้ศึกษาการควบคุมสินค้าคงคลัง กรณีศึกษาอุตสาหกรรมทอยาง เพื่อปรับปรุงการควบคุมสินค้าคงคลังให้มีประสิทธิภาพ โดยประยุกต์ใช้การแบ่งประเภทสินค้าคงคลังด้วยระบบเอบีซี และใช้ตัวแบบการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) และวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม โดยใช้ตัวแบบวิธีช่วงเวลานำคงที่ เพื่อคำนวณหาระดับการควบคุมสินค้าคงคลังสำรอง ซึ่งใช้อัตราความแปรปรวนที่ระดับการบริการเท่ากับร้อยละ 95 พบว่า การสั่งซื้อสินค้าด้วยวิธีการของ Silver and Meal Heuristic (SM) ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่ำที่สุด

ธีรวุฒิ ดำรงค์รักษ์ และ ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์ (2560) ได้ศึกษาการควบคุมสินค้าคงคลังของร้านขายยา ซึ่งไม่มีระบบการควบคุมสินค้าคงคลัง และการพยากรณ์ความต้องการของสินค้า ทำให้ไม่สามารถคาดการณ์ปริมาณสินค้า และวางแผนการควบคุมสินค้าคงคลังได้ จากข้อมูลย้อนหลัง 2 ปี นำมาแบ่งประเภทสินค้าคงคลังด้วยระบบเอบีซี พบว่ามี สินค้าในกลุ่มเอ ยอดขายร้อยละ 79.98 จากทั้งหมด จึงเลือกเอาสินค้าของกลุ่มเอที่มียอดขายสะสมรวมไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 15 มาหาวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม จากนั้นทำการพยากรณ์ยอดขายล่วงหน้า 2 เดือน และใช้ค่าพยากรณ์ไปทำการวางแผนการควบคุมสินค้าคงคลัง โดยใช้วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) ร่วมกับการควบคุมสินค้าคงคลังสำรองที่ระดับการให้บริการที่ร้อยละ 98 พบว่า สามารถลดต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังรายเดือนคิดเป็นร้อยละ 26

Kabadayi และ Keskindurk (2015) ได้นำเสนอการศึกษาการจัดการห่วงโซ่อุปทานให้ลูกค้า ด้วยผลิตภัณฑ์หรือบริการที่เหมาะสมในราคาที่สมเหตุสมผล ในสถานที่และเวลาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดีที่สุด จึงเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า โดยการควบคุมสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพในกระบวนการห่วงโซ่อุปทานมีผลกระทบอย่างมากต่อการปรับปรุงการบริการลูกค้าที่ดีที่สุดให้แก่ลูกค้า การลดต้นทุนในการควบคุมสินค้าคงคลังซึ่งเป็นส่วนสำคัญของต้นทุนของห่วงโซ่อุปทานทั้งหมดจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการมีราคาที่ดีขึ้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง (R, S) และ (R, S, Q_{min}) ในห่วงโซ่อุปทานแบบอนุกรม เราพัฒนาแบบจำลองขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (GA) เพื่อหาค่าตัวเลข "S" ที่ดีที่สุดซึ่งจะลดต้นทุนห่วงโซ่อุปทานทั้งหมด และเปรียบเทียบผลระหว่างสองวิธี จากผลการทดลองนโยบาย (R, S, Q_{min}) มีต้นทุนน้อยกว่านโยบายแบบ (R, S) อย่างไรก็ตามจะนำไปสู่ระดับการบริการลูกค้าที่ดีขึ้นโดยหลีกเลี่ยงปัญหาการขาดแคลนสินค้าคงคลัง

Zheng และ Chen (1992) ศึกษาเกี่ยวกับนโยบายสินค้าคงคลัง (nQ, r) ภายใต้ปริมาณการสั่งซื้อถูกกำหนดให้เป็นหลายแบบของมาตรฐานการสั่งซื้อ โดยทั้ง Q และ r เป็นตัวแปรการตัดสินใจ สมมติว่าต้นทุนในการจัดเก็บและต้นทุนค้างส่ง ระยะเวลาหนึ่งๆเป็นแบบฟังก์ชันฐานนิยมเดียว เราได้พัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการคำนวณค่า Q และ r ที่ดีที่สุด อัลกอริทึมนี้ได้รับใช้งานได้ง่ายเกี่ยวกับฟังก์ชันต้นทุนและขอบเขตบนที่เหมาะสมที่สุด Q จำนวนการดำเนินการขั้นพื้นฐานที่อัลกอริทึมต้องมีลักษณะสมการเชิงเส้นในขอบเขตบนเหล่านี้ จากการใช้อัลกอริทึมเราจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของนโยบาย (nQ, r) กับนโยบาย (s, S) โดยศึกษาเชิงตัวเลขและผลแสดงให้เห็นว่าความแตกต่างเพียงเล็กน้อย การวิเคราะห์ของแบบจำลองแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพต้นทุนของนโยบาย (nQ, r) ไม่สำคัญต่อการเลือก Q ผลการวิจัยเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง (nQ, r) มีความเป็นไปได้ที่มีประโยชน์ในหลายๆการตั้งค่าของการสั่งซื้อจำนวนมาก

Pujawan (2003) ทำการศึกษาคุณสมบัติของกฎการหาขนาดการสั่งซื้อของวิธีการ Silver and Meal Algorithm และวิธีการ Least Unit Cost บนความแปรปรวนของการสั่งซื้อของความถี่การสโทแคสติกจากปลายน้ำ โดยแบบจำลองในการวิเคราะห์พัฒนาเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของช่วงเวลาของการสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เกิดขึ้น จะได้ว่าวิธีการสั่งซื้อทั้งสองมีวิธีการที่คล้ายกันมาก แต่พบข้อแตกต่างคือวิธีการ Silver and Meal Algorithm ในการสั่งซื้อจะมีช่วงเวลาเฉลี่ยระหว่างการสั่งซื้อแต่ละครั้ง แต่วิธีการ Least Unit Cost ในการสั่งซื้อแต่ละครั้งปริมาณการสั่งซื้อจะเสถียร แต่ช่วงเวลาในการสั่งซื้อจะเพิ่มขึ้น บทความยังแสดงให้เห็นว่าการสั่งซื้อปริมาณที่เหมาะสมอาจลดความแปรปรวนของการสั่งซื้ออย่างมีนัยสำคัญ

2.11 บทสรุปจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมสินค้าคงคลัง พบว่านโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังมีหลากหลายรูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำวิธีการทั้ง 4 แบบ ได้แก่ 1) วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด 2) วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) 3) วิธีการ Least Unit Cost (LUC) และ 4) วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) มาใช้วิเคราะห์รูปแบบความต้องการที่มีฤดูกาลและแนวโน้มโดยวิธีการคำนวณในตารางการจัดการ (Spreadsheet) เพื่อหาวิธีการที่ทำให้การควบคุมสินค้าคงคลังมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2.1 สรุปการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย	ปี	รูปแบบความต้องการ				นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง						จุดประสงค์งานวิจัย			
		ตัวแปรทราบค่าแน่นอน	แบบสโตแคสติก	ฤดูกาลและแนวโน้ม	อุตสาหกรรม	EOQ	SM	LUC	PPA	GA	อื่นๆ	ต้นทุนโดยรวมในการควบคุม	วิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสม	การพยากรณ์ที่เหมาะสม	อื่นๆ
จรัสรัตน์และโฮมจาร	2014				การยาง	✓	✓	✓	✓			✓			
Alfaresa และ Turnadib	2018				Mass Production		✓		✓			✓			
กึ่งกาญจน์และนพปฎล	2016	✓	✓		สินค้าสำเร็จรูป	✓	✓				✓	✓	✓		
วุฒิชัยและชยกฤต	2011				วัตถุดิบมาเสียง่าย	✓					✓				
ณัฐพลและฉวีญา	2015	✓			ทองยาง	✓	✓				✓				
ธีรวุฒิและชมพูนุช	2017		✓		ร้านขายยา	✓							✓		
Kabadayi และ Keskinurk	2015	✓			-				✓	(R,S) (R,S,Q _{min})	✓				
Zheng และ Chen	1992	✓			-					(nQ,R),(s,S)					ประสิทธิภาพ
Pujawan	2003		✓		-		✓							✓	คุณสมบัติของวิธีการ
ในงานวิจัยนี้	2019	✓		CON SEA SIT SDT	-	✓	✓	✓			✓	✓		✓	

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังท่ามกลางความต้องการของผู้ค้าปลีกที่มีรูปแบบความต้องการที่แตกต่างกัน โดยทำการเปรียบเทียบต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ของนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังแต่ละแบบนำไปสู่การหาขนาดการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสมเพื่อให้การควบคุมสินค้าคงคลังมีประสิทธิภาพ โดยผู้ค้าปลีกแต่ละรายมีรูปแบบลักษณะความต้องการสินค้าที่แตกต่างกัน เนื้อหาในบทที่ 3 จะประกอบด้วยเนื้อหา 2 ส่วน คือ 1. วิธีการดำเนินงานวิจัย (หัวข้อ 3.1 และ 3.2) และ 2. การศึกษานำร่อง (หัวข้อ 3.3 ถึง 3.7) โดยมีหัวข้อ ดังนี้

- 3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย
- 3.2 การออกแบบการทดลองและตารางเก็บข้อมูล
- 3.3 การศึกษานำร่อง (Pilot Study) ของงานวิจัย
- 3.4 การสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกของการศึกษานำร่อง
- 3.5 การคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อและต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเมื่อความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบที่ 1
- 3.6 การคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อและต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเมื่อความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบที่ 2
- 3.7 การเปรียบเทียบต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ของการศึกษานำร่อง

3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

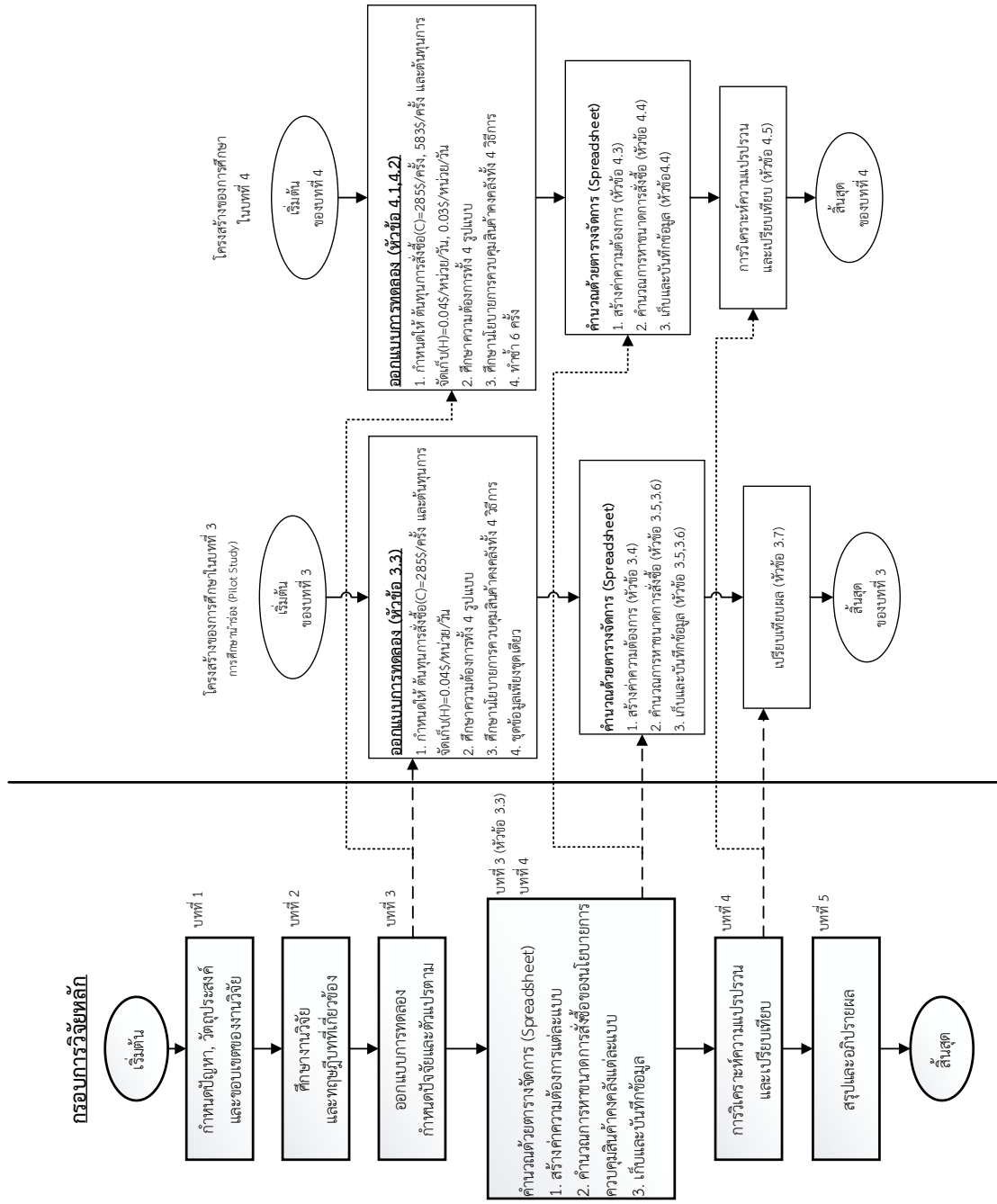
ในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้เทคนิคการทำวิจัยหลักๆ 2 เรื่อง คือ

1. วิธีการคำนวณโดยตารางจัดการ
2. การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment (DOE))

การคำนวณโดยตารางจัดการ (Spreadsheet) ของโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กเซล (Microsoft Excel) มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้ 1. ป้อนสูตรการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร เป็นต้น 2. ด้านใช้ฟังก์ชัน เช่น ฟังก์ชันเกี่ยวกับตัวอักษร ตัวเลข วันที่ ฟังก์ชันเกี่ยวกับการเงิน หรือเกี่ยวกับการตัดสินใจ และ 3. การเรียงลำดับข้อมูล สามารถคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการมาวิเคราะห์ได้ ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในขั้นตอนของการสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกและการหาขนาดการสั่งซื้อของแต่ละนโยบาย

การออกแบบการทดลอง (DOE) มีจุดประสงค์ที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระหรือเรียกว่าปัจจัย (Factors) ของกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง แล้วดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตอบสนอง (Response) ของกระบวนการนั้น เพื่อชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของปัจจัย กระบวนการและตัวแปรตอบสนอง ซึ่งจะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาผลกระทบของปัจจัยทั้งสิ้น (คือ ความต้องการของผู้ค้าปลีก, นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง, ต้นทุนการสั่งซื้อ, ต้นทุนการจัดเก็บ) ต่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC)

จากรูปที่ 3.1 เนื้อหาในส่วนของศึกษานำร่อง (Pilot Study) จะถูกแสดงในบทที่ 3 (ตั้งแต่หัวข้อที่ 3.3 ถึง 3.7) เริ่มจากการออกแบบการทดลอง (หัวข้อ 3.3) โดยกำหนดให้ต้นทุนในการสั่งซื้อ (C) = 285 ดอลลาร์ต่อครั้งและต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (H) = 0.04 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน รูปแบบความต้องการ 4 รูปแบบ (CON, SEA, SIT และ SDT) และนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง 4 วิธีการ (EOQ, SM, LUC และ PPA) ขั้นตอนต่อไปคือสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้ง 4 รูปแบบ (หัวข้อ 3.4) และทำการคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อจากนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง 4 วิธีการ เมื่อได้ค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังจากการจำลอง จึงเก็บและบันทึกข้อมูล (หัวข้อ 3.5 และ 3.6) เพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบผลในหัวข้อ 3.7 แต่ในงานวิจัยในบทที่ 4 จะมีการเพิ่มระดับของปัจจัยในการศึกษา



รูปที่ 3.1 กรอบงานวิจัยภาพรวมทั้งหมด

3.2 การออกแบบการทดลองและตารางเก็บข้อมูล

การออกแบบการทดลองในงานวิจัยนี้จะมีตัวแปรที่สำคัญ ดังนี้

ตัวแปรตาม (Dependent Variable หรือ Response Variable) คือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) นอกจากนี้ยังมีระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL) และจำนวนครั้งในการสั่งซื้อสินค้า (N)

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) จะมีทั้งหมด 4 ปัจจัย ดังนี้

1. ความต้องการของผู้ค้าปลีกมี 4 ระดับ ดังนี้
 - 1.1 ความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (CON)
 - 1.2 ความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล (SEA)
 - 1.3 ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (SIT)
 - 1.4 ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (SDT)

หมายเหตุ มาจากงานวิจัยของ Zhao และคณะ (2002)

2. นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังมี 4 ระดับ ดังนี้
 - 2.1 วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ))
 - 2.2 วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
 - 2.3 วิธีการ Least Unit Cost (LUC)
 - 2.4 วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)

หมายเหตุ มาจากงานหนังสือ Principles of inventory and materials management (1994)

3. ต้นทุนการสั่งซื้อมี 2 ระดับ ดังนี้
 - 3.1 285 ดอลลาร์ต่อครั้ง
 - 3.2 583 ดอลลาร์ต่อครั้ง

หมายเหตุ มาจากงานวิจัยของ Zhao และคณะ (2002)

4. ต้นทุนการจัดเก็บมี 2 ระดับ ดังนี้
 - 4.1 0.03 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน
 - 4.2 0.04 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน

หมายเหตุ มาจากงานวิจัยของ Zhao และคณะ (2002)

การทดลองในงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการทดลองเพื่อเก็บค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ทั้งหมดซ้ำอย่างละ 6 ครั้ง ดังนั้นข้อมูลค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกจึงมีสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้งหมด 6 ชุดของแต่ละรูปแบบค่าเฉลี่ยของความต้องการเท่ากันทุกรูปแบบและทุกชุดข้อมูล

การวัดประสิทธิภาพการจัดการสินค้าคงคลังหลักในงานวิจัยนี้ คือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (Total Inventory Cost (TIC)) นอกจากนี้งานวิจัยยังสนใจที่จะวัดค่าระดับของสินค้าคงคลังสะสม (Accumulative Inventory Level (AIL)) และ จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N) ในการวัดประสิทธิภาพการจัดการสินค้าคงคลังด้วย โดยจะเก็บข้อมูลใส่ในตารางที่ 3.1 ถึง 3.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 เก็บข้อมูลต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC)

รูปแบบความต้องการ	ต้นทุนการสั่งซื้อ (C)	ต้นทุนการจัดเก็บ (H)	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง											
			EOQ			SM			LUC			PPA		
รูปแบบที่ 1 (CON)	285	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	285	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	583	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	583	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
รูปแบบที่ 2 (SEA)	285	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	285	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	583	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	583	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
รูปแบบที่ 3 (SIT)	285	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	285	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	583	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	583	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	285	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	583	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	583	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC

หมายเหตุ 1 TIC หมายถึง ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (Total Inventory Cost)

หมายเหตุ 2 ตารางนี้จะถูกใช้ในการบันทึกผลของค่า TIC ซึ่งดูตัวเลขจากการคำนวณได้ในบทที่ 4 ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 3.2 เก็บข้อมูลค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL)

รูปแบบความต้องการ	ต้นทุนการสั่งซื้อ (C)	ต้นทุนการจัดเก็บ (H)	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง											
			EOQ			SM			LUC			PPA		
รูปแบบที่ 1 (CON)	285	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	285	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
รูปแบบที่ 2 (SEA)	285	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	285	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
รูปแบบที่ 3 (SIT)	285	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	285	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	285	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL

หมายเหตุ 1 AIL หมายถึง ระดับสินค้าคงคลังสะสม (Accumulative Inventory Level)

หมายเหตุ 2 ตารางนี้จะถูกใช้ในการบันทึกผลของค่า AIL ซึ่งดูตัวเลขจากการคำนวณได้ในบทที่ 4 ตารางที่ 4.5

ตารางที่ 3.3 เก็บข้อมูลจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N)

รูปแบบความต้องการ	ต้นทุนการสั่งซื้อ (C)	ต้นทุนการจัดเก็บ (H)	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง											
			EOQ			SM			LUC			PPA		
รูปแบบที่ 1 (CON)	285	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	285	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
รูปแบบที่ 2 (SEA)	285	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	285	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
รูปแบบที่ 3 (SIT)	285	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	285	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	285	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

หมายเหตุ 1 N หมายถึง จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ

หมายเหตุ 2 ตารางนี้จะถูกใช้ในการบันทึกผลของค่า N ซึ่งดูตัวเลขจากการคำนวณได้ในบทที่ 4 ตารางที่ 4.6

3.3 การศึกษานำร่อง (Pilot Study) ของงานวิจัย

ในหัวข้อนี้จะทำการศึกษาและทดลองทำการวิจัยแบบเบื้องต้นตามวิธีการที่ได้กล่าวไปในหัวข้อที่ 3.1 และ 3.2 เพื่อตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ในเรื่องของการสร้างข้อมูลและการคำนวณ (รวมถึงผลการเปรียบเทียบเบื้องต้น) ว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคที่ต้องแก้ไข ปรับปรุงหรือไม่

การศึกษานำร่อง (Pilot Study) ครั้งนี้ ตัวแปรต่างๆ มีดังนี้ (ดูตารางที่ 3.4 ประกอบ)

- ตัวแปรตาม (Response Variable) คือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC), ระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL) และจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N)

- ตัวแปรอิสระมีทั้งหมด 2 ปัจจัย คือ

1. ความต้องการของผู้ค้าปลีก (แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ความต้องการโดยไม่มีแนวโน้มและฤดูกาล (CON), ความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล (SEA), ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (SIT) และความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (SDT))

2. นโยบายในการควบคุมสินค้าคงคลัง (แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ), วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM), วิธีการ Least Unit Cost (LUC) และวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA))

- พารามิเตอร์ที่คงที่ คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า (C) และต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (H) จะถูกกำหนดให้เป็นค่าคงที่ในการศึกษานำร่องในครั้งนี้ ซึ่งมีค่าดังนี้ ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า (C) เท่ากับ 285 ดอลลาร์ต่อครั้งและต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (H) เท่ากับ 0.04 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน

- จะทำการทดลองซ้ำ 1 ครั้ง

หมายเหตุ

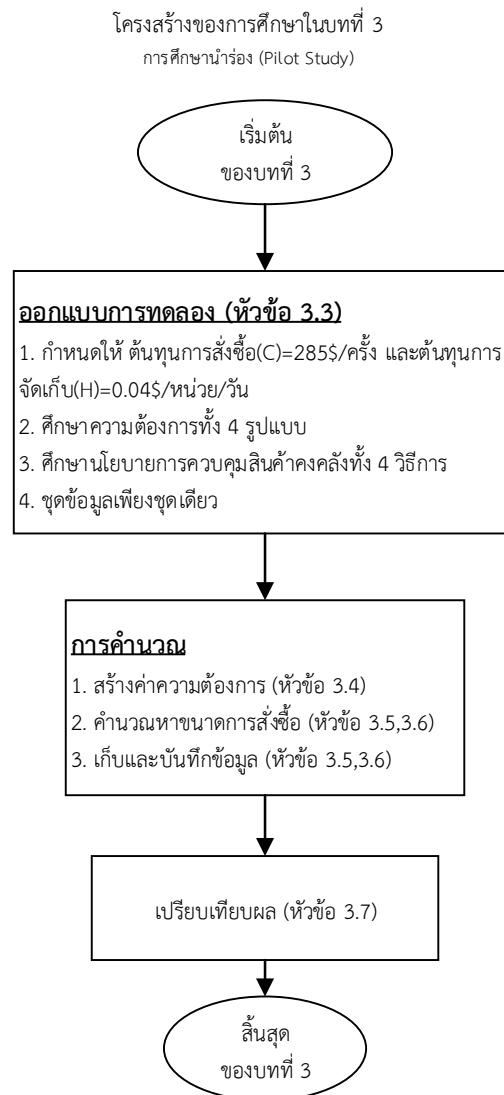
1) ในการวิจัยจริงๆ แบบละเอียดตัวแปรต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า (C) และต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (H) จะถูกคิดเป็นปัจจัยหรือตัวแปรอิสระในบทที่ 4 ต่อไป คือต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า (C) เท่ากับ 285 และ 583 ดอลลาร์ต่อครั้ง ส่วนต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (H) เท่ากับ 0.03 และ 0.04 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน

2) ในการทำวิจัยจริง ในแต่ละการทดลองจะซ้ำทั้งหมด 6 ครั้ง

ตารางที่ 3.4 ปัจจัยและระดับของการศึกษานำร่อง

ตัวแปรตาม (Response Variable)	ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC)	
	ระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL)	
	จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N)	
ปัจจัย (Factor)	ความต้องการของผู้ค้าปลีก หมายเหตุ ความต้องการทั้ง 4 รูปแบบ จะมีค่าเฉลี่ยเท่ากันและเท่ากับ 1,000	1. ความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (CON)
		2. ความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล (SEA)
		3. ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (SIT)
		4. ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (SDT)
	นโยบายในการควบคุมสินค้าคงคลัง	1. วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ)
		2. วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
		3. วิธีการ Least Unit Cost (LUC)
		4. วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)
พารามิเตอร์ที่คงที่	ต้นทุนในการสั่งซื้อ (C)	285 ดอลลาร์ต่อครั้ง
	ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (H)	0.04 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน
การทำซ้ำ	1 ครั้ง	

การศึกษานำร่องของงานวิจัยฉบับนี้มีลำดับขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนของการศึกษานำร่องและหัวข้อที่เกี่ยวข้อง

โซ่อุปทานประกอบไปด้วย 3 สมาชิก คือ 1.ผู้ผลิต 2.ผู้จัดจำหน่าย และ 3.ผู้ค้าปลีก โดยกลไกจะเริ่มจากผู้ค้าปลีกจะมีความต้องการสินค้าเกิดขึ้น ซึ่งแยกเป็น 4 กรณี คือ CON, SEA, SIT และ SDT และหลังจากนั้นความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกจะถูกส่งไปยังผู้จัดจำหน่าย ซึ่งผู้จัดจำหน่ายจะรู้ค่าความต้องการอย่างแน่นอนตลอดเวลาที่ศึกษา แต่ความต้องการดังกล่าวไม่ใช่ค่าคงที่ในแต่ละเวลา t (ดูบทที่ 1 หัวข้อ 1.6) ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกนี้จะเป็นแบบตัวแปรทราบค่าแน่นอน (Deterministic Variable Demand) หลังจากนั้นผู้จัดจำหน่ายจะคำนวณค่าปริมาณคำสั่งซื้อโดยใช้นโยบายควบคุมสินค้าคงคลังแยกเป็นอีก 4 กรณี คือ EOQ, SM, LUC และ PPA คำสั่งซื้อนี้จะถูกส่งไปยังผู้ผลิตต่อไป

ในการศึกษานำร่องนี้สามารถออกแบบการทดลองและสร้างตารางบันทึกข้อมูลต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังได้ดังรูปที่ 3.3

รูปแบบความต้องการ	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง			
	EOQ	SM	LUC	PPA
รูปแบบที่ 1 (CON)	TIC	TIC	TIC	TIC
รูปแบบที่ 2 (SEA)	TIC	TIC	TIC	TIC
รูปแบบที่ 3 (SIT)	TIC	TIC	TIC	TIC
รูปแบบที่ 4 (SDT)	TIC	TIC	TIC	TIC

Diagram showing arrows pointing from the table to labels:

- Top-left arrow: หัวข้อที่ 3.5.1
- Top-middle-left arrow: หัวข้อที่ 3.5.2
- Top-middle-right arrow: หัวข้อที่ 3.5.3
- Top-right arrow: หัวข้อที่ 3.5.4
- Bottom-left arrow: หัวข้อที่ 3.6.1
- Bottom-middle-left arrow: หัวข้อที่ 3.6.2
- Bottom-middle-right arrow: หัวข้อที่ 3.6.3
- Bottom-right arrow: หัวข้อที่ 3.6.4

รูปที่ 3.3 การออกแบบการทดลองของศึกษานำร่องในรูปของตารางบันทึกข้อมูล

จากรูปที่ 3.3 แต่ละค่าของต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) จะเป็นตัวแปรตอบสนองหลัก (Response Variable) ซึ่งต้องถูกบันทึกจากการทดลองปรับค่าปัจจัยทั้งรูปแบบความต้องการและนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังไปตามที่กำหนดไว้ โดยที่ตัวอย่างการคำนวณค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) แบบละเอียดสามารถดูได้จากหัวข้อ 3.5 และ 3.6 และผลที่ได้จะอยู่หัวข้อ 3.7

3.4 การสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกของการศึกษานำร่อง

รูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีก 4 แบบ โดยรูปแบบความต้องการจะสร้างขึ้นโดยสูตรต่อไปนี้

$$D_t = base + slope \times t + season \times \sin\left(\frac{2\pi}{SeasonCycle} \times t\right) + noise \times snormal_t(0,1) \quad (3.1)$$

โดยที่ D_t คือ ความต้องการในช่วงเวลา t

t คือ คาบเวลา (วัน)

$base$ คือ ค่าเริ่มต้น

$slope$ คือ ค่าความชัน

$season$ คือ ค่าฤดูกาล

$noise$ คือ ค่ารบกวน

$SeasonCycle$ คือ วงจรฤดูกาล

$snormal_t(0,1)$ คือ ตัวเลขสุ่มที่มีการกระจายตัวปกติของช่วงเวลาที่ t โดยมีค่าเฉลี่ย (μ)

เท่ากับ 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เท่ากับ 1

พารามิเตอร์ $base$, $slope$, $season$ และ $noise$ เป็นพารามิเตอร์เฉพาะสำหรับรูปแบบความต้องการ โดยค่าความต้องการเฉลี่ยทุกรูปแบบเป็น 1000

ในการศึกษาครั้งนี้มีรูปแบบความต้องการทั้ง 4 รูปแบบ ซึ่งมีทั้งการคำนึงถึงแนวโน้มและ/หรือฤดูกาลด้วย พารามิเตอร์รูปแบบความต้องการดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 3.5 เป็นไปตามงานวิจัยของ Zhao และคณะ (2002)

ตารางที่ 3.5 ลักษณะของรูปแบบความต้องการ

รูปแบบความต้องการ	ค่าพารามิเตอร์ที่ถูกตั้งค่า				ผลที่ได้
	ค่าเริ่มต้น	แนวโน้ม	ฤดูกาล	สิ่งรบกวน	ค่าเฉลี่ย
	(base)	(slope)	(season)	(noise)	ความต้องการ
รูปแบบที่ 1 (CON) ดูหัวข้อ 3.3.1	1000	0	0	100	1,000
รูปแบบที่ 2 (SEA) ดูหัวข้อ 3.3.2	1000	0	200	100	1,000
รูปแบบที่ 3 (SIT) ดูหัวข้อ 3.3.3	638	-2	200	100	1,000
รูปแบบที่ 4 (SDT) ดูหัวข้อ 3.3.4	1361	2	200	100	1,000

จากตารางที่ 3.5 ในเริ่มต้นได้กำหนดให้รูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีกเป็น 4 รูปแบบ (ตามขอบเขตที่งานวิจัยนี้สนใจ) โดยที่ในแต่ละรูปแบบจะกำหนดให้มีค่าเฉลี่ยความต้องการที่เท่ากัน และเท่ากับ 1,000 หน่วย หลังจากนั้นจะมีการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของสมการที่ 3.1 เพื่อให้รูปแบบความต้องการทั้ง 4 รูปแบบมีค่าเฉลี่ยที่เท่ากัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- รูปแบบที่ 1 (CON) ค่าเฉลี่ยความต้องการสินค้า = 1,000 จะต้องปรับค่าพารามิเตอร์ดังนี้
base = 1,000, slope = 0, season = 0 และ noise = 100
- รูปแบบที่ 2 (SEA) ค่าเฉลี่ยความต้องการสินค้า = 1,000 จะต้องปรับค่าพารามิเตอร์ดังนี้
base = 1,000, slope = 0, season = 200 และ noise = 100
- รูปแบบที่ 3 (SIT) ค่าเฉลี่ยความต้องการสินค้า = 1,000 จะต้องปรับค่าพารามิเตอร์ดังนี้
base = 638, slope = -2, season = 200 และ noise = 100
- รูปแบบที่ 4 (SDT) ค่าเฉลี่ยความต้องการสินค้า = 1,000 จะต้องปรับค่าพารามิเตอร์ดังนี้
base = 1,361, slope = 2, season = 200 และ noise = 100

การสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีก เริ่มจากการสร้างข้อมูลของ $snormal()$ คือ ตัวเลขสุ่มที่มีการกระจายตัวปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย (μ) เท่ากับ 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เท่ากับ 1 ดังรูปที่ 3.4 ในคอลัมน์ B ซึ่งค่า $snormal()$ เป็นส่วนหนึ่งในการหาปริมาณความต้องการของผู้ค้าปลีก (D_t) ในลำดับต่อไป

	A	B
1	t (time)	snormal()
2	1	0.7536
3	2	-1.3539
4	3	1.0867
5	4	1.7022
6	5	1.1304
7	6	-0.6751
8	7	0.4171
	⋮	⋮
353	352	2.4076
354	353	0.5216
355	354	1.5197
356	355	-1.8648
357	356	1.0204
358	357	0.3477
359	358	-0.1425
360	359	0.1124
361	360	0.7077

รูปที่ 3.4 ตัวเลขสุ่มที่มีการกระจายตัวปกติในช่วงเวลา t

3.4.1 สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 1

สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 1 (Continuous (CON)) เป็นความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ต่างๆมีค่าดังนี้ base = 1000, slope = 0, season = 0 และ noise = 100 (อ้างอิงจากรายที่ 3.5) ซึ่งความต้องการของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t สามารถหาได้จากสมการที่ 3.1 ดังนั้น ความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา t สามารถดูได้จากคอลัมน์ C ในรูปที่ 3.5

	A	B	C	D	E	F
1	t (time)	snormal()	Dt		รูปแบบที่ 1 CON	
2	1	0.7536	1,075		base	1,000
3	2	-1.3539	865		slope	0
4	3	1.0867	1,109		season	0
5	4	1.7022	1,170		noise	100
6	5	1.1304	1,113		seasoncycle	7
7	6	-0.6751	932			
8	7	0.4171	1,042			
	⋮	⋮	⋮			
353	352	2.4076	1,241			
354	353	0.5216	1,052			
355	354	1.5197	1,152			
356	355	-1.8648	814			
357	356	1.0204	1,102			
358	357	0.3477	1,035			
359	358	-0.1425	986			
360	359	0.1124	1,011			
361	360	0.7077	1,071			

รูปที่ 3.5 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบ CON ในช่วงเวลา t

ตัวอย่างการคำนวณความต้องการของผู้ค้าปลีกแบบ CON เช่น

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t = 7 จากสมการที่ 3.1 จะได้ว่า

$$\begin{aligned}
 D_7 &= base + slope \times 7 + season \times \sin\left(\frac{2\pi}{SeasonCycle} \times 7\right) + noise \times snormal() \\
 &= 1000 + 0 \times 7 + 0 \times \sin\left(\frac{2\pi}{7} \times 7\right) + 100 \times (0.4171) \\
 &= 1,042 \text{ (ตามรูปที่ 3.5 เซลล์ที่ C8)}
 \end{aligned}$$

3.4.2 สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 2

สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 2 (Seasonality (SEA)) เป็นความต้องการที่ไม่มีแนวโน้มแต่มีฤดูกาล โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ต่างๆมีค่าดังนี้ base = 1000, slope = 0, season = 200 และ noise = 100 (อ้างอิงจากรายที่ 3.5) ซึ่งความต้องการของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t สามารถหาได้จากสมการที่ 3.1 ดังนั้น ความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา t สามารถดูได้จากคอลัมน์ C ในรูปที่ 3.6

	A	B	C	D	E	F
1	t (time)	snormal()	SEA		รูปแบบที่ 2 SEA	
2	1	0.7536	1,232		base	1,000
3	2	-1.3539	1,060		slope	0
4	3	1.0867	1,196		season	200
5	4	1.7022	1,084		noise	100
6	5	1.1304	918		seasoncycle	7
7	6	-0.6751	776			
8	7	0.4171	1,041			
	⋮	⋮	⋮			
353	352	2.4076	1,440			
354	353	0.5216	1,167			
355	354	1.5197	1,095			
356	355	-1.8648	628			
357	356	1.0204	928			
358	357	0.3477	1,002			
359	358	-0.1425	1,120			
360	359	0.1124	1,211			
361	360	0.7077	1,186			

รูปที่ 3.6 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของลูกค้าปลีกรูปแบบ SEA ในช่วงเวลา t

ตัวอย่างการคำนวณความต้องการของลูกค้าปลีกแบบ SEA เช่น

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t = 7 จากสมการที่ 3.1 จะได้ว่า

$$\begin{aligned}
 D_7 &= base + slope \times 7 + season \times \sin\left(\frac{2\pi}{SeasonCycle} \times 7\right) + noise \times snormal_t() \\
 &= 1000 + 0 \times 7 + 200 \times \sin\left(\frac{2\pi}{7} \times 7\right) + 100 \times (0.4171) \\
 &= 1,041 \text{ (ตามรูปที่ 3.6 เซลล์ที่ C8)}
 \end{aligned}$$

3.4.3 สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 3

สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 3 (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ต่างๆมีค่าดังนี้ base = 638, slope = -2, season = 200 และ noise = 100 (อ้างอิงจากรายที่ 3.5) ซึ่งความต้องการของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t สามารถหาได้จากสมการที่ 3.1 ดังนั้น ความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา t สามารถดูได้จากคอลัมน์ C ในรูปที่ 3.7

	A	B	C	D	E	F
1	t (time)	snormal()	SIT		รูปแบบที่ 3 SIT	
2	1	0.7536	872		base	638
3	2	-1.3539	702		slope	-2
4	3	1.0867	840		season	200
5	4	1.7022	730		noise	100
6	5	1.1304	566		seasoncycle	7
7	6	-0.6751	426			
8	7	0.4171	693			
	⋮	⋮	⋮			
354	353	0.5216	1,511			
355	354	1.5197	1,441			
356	355	-1.8648	976			
357	356	1.0204	1,278			
358	357	0.3477	1,354			
359	358	-0.1425	1,474			
360	359	0.1124	1,567			
361	360	0.7077	1,544			

รูปที่ 3.7 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบ SIT ในช่วงเวลา t

ตัวอย่างการคำนวณความต้องการของผู้ค้าปลีกแบบ SIT เช่น

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t = 7 จากสมการที่ 3.1 จะได้ว่า

$$\begin{aligned}
 D_7 &= base + slope \times 7 + season \times \sin\left(\frac{2\pi}{SeasonCycle} \times 7\right) + noise \times snormal_t() \\
 &= 1000 + (-2) \times 7 + 200 \times \sin\left(\frac{2\pi}{7} \times 7\right) + 100 \times (0.4171) \\
 &= 693 \text{ (ตามรูปที่ 3.7 เซลล์ที่ C8)}
 \end{aligned}$$

3.4.4 สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 4

สร้างข้อมูลความต้องการรูปแบบที่ 4 (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ต่างๆมีค่าดังนี้ $base = 1361$, $slope = 2$, $season = 200$ และ $noise = 100$ (อ้างอิงจากรายที่ 3.5) ซึ่งความต้องการของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t สามารถหาได้จากสมการที่ 3.1 ดังนั้น ความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา t สามารถดูได้จากคอลัมน์ C ในรูปที่ 3.8

	A	B	C	D	E	F
1	t (time)	snormal()	SDT		รูปแบบที่ 4 SDT	
2	1	0.7536	1,591		base	1,361
3	2	-1.3539	1,417		slope	2
4	3	1.0867	1,551		season	200
5	4	1.7022	1,437		noise	100
6	5	1.1304	1,269		seasoncycle	7
7	6	-0.6751	1,125			
8	7	0.4171	1,388			
	⋮	⋮	⋮			
354	353	0.5216	822			
355	354	1.5197	748			
356	355	-1.8648	279			
357	356	1.0204	577			
358	357	0.3477	649			
359	358	-0.1425	765			
360	359	0.1124	854			
361	360	0.7077	827			

รูปที่ 3.8 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบ SDT ในช่วงเวลา t

ตัวอย่างการคำนวณความต้องการของผู้ค้าปลีกแบบ SDT เช่น

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา $t = 15$ จากสมการที่ 1 จะได้ว่า

$$\begin{aligned}
 D_t &= base + slope \times t + season \times \sin\left(\frac{2\pi}{SeasonCycle} \times t\right) + noise \times snormal_t() \\
 &= 1000 + 2 \times 7 + 200 \times \sin\left(\frac{2\pi}{7} \times 7\right) + 100 \times (0.4171) \\
 &= 1,388 \text{ (ตามรูปที่ 3.8 เซลล์ที่ C8)}
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 3.6 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 1 (Continuous (CON)) เป็นความต้องการโดยไม่มีทั้ง
แนวโน้มและฤดูกาล ชุดที่ 1

รูปแบบที่ 1 CON ชุดที่ 1 (ซ้ำครั้งที่1)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,075	37	999	73	990	109	1,153	145	700	181	870	217	1,143	253	887	289	892	325	1,020
2	865	38	1,003	74	825	110	975	146	1,083	182	1,178	218	974	254	942	290	939	326	930
3	1,109	39	1,099	75	1,037	111	1,014	147	994	183	967	219	1,056	255	883	291	1,095	327	1,080
4	1,170	40	1,094	76	1,108	112	1,139	148	1,035	184	1,100	220	1,055	256	1,083	292	897	328	820
5	1,113	41	915	77	1,001	113	1,158	149	1,003	185	806	221	1,006	257	916	293	1,117	329	884
6	932	42	1,043	78	1,099	114	1,107	150	955	186	1,041	222	971	258	1,117	294	1,006	330	1,044
7	1,042	43	1,096	79	993	115	1,073	151	803	187	998	223	953	259	1,089	295	1,030	331	871
8	897	44	1,099	80	866	116	1,054	152	1,022	188	1,157	224	982	260	1,110	296	1,122	332	1,170
9	1,049	45	828	81	986	117	1,233	153	1,014	189	981	225	1,055	261	986	297	959	333	981
10	907	46	980	82	902	118	999	154	952	190	914	226	1,063	262	1,054	298	984	334	1,003
11	1,013	47	936	83	1,053	119	971	155	1,049	191	1,098	227	1,003	263	880	299	785	335	772
12	1,166	48	1,046	84	883	120	989	156	1,044	192	939	228	966	264	1,051	300	858	336	1,133
13	915	49	1,031	85	934	121	944	157	894	193	1,007	229	1,026	265	1,085	301	971	337	1,038
14	930	50	949	86	1,173	122	898	158	963	194	1,052	230	951	266	940	302	898	338	840
15	981	51	938	87	1,034	123	1,157	159	1,106	195	939	231	1,059	267	870	303	1,049	339	992
16	988	52	1,031	88	1,043	124	1,061	160	852	196	919	232	998	268	1,009	304	1,099	340	1,003
17	1,022	53	934	89	990	125	1,006	161	1,119	197	950	233	1,034	269	935	305	1,064	341	900
18	943	54	1,059	90	857	126	916	162	1,020	198	1,047	234	939	270	954	306	1,052	342	901
19	1,014	55	969	91	1,013	127	810	163	981	199	1,021	235	898	271	915	307	831	343	1,023
20	1,047	56	892	92	934	128	907	164	950	200	1,029	236	954	272	961	308	945	344	962
21	884	57	1,097	93	1,003	129	1,042	165	859	201	909	237	751	273	902	309	996	345	1,059
22	925	58	964	94	888	130	995	166	961	202	995	238	1,164	274	808	310	1,118	346	1,043
23	949	59	702	95	879	131	1,125	167	847	203	949	239	955	275	1,151	311	1,090	347	935
24	1,178	60	1,072	96	884	132	1,100	168	1,050	204	1,181	240	893	276	1,042	312	1,155	348	1,008
25	977	61	904	97	958	133	1,036	169	1,219	205	959	241	767	277	1,017	313	969	349	1,009
26	889	62	1,050	98	925	134	868	170	1,243	206	949	242	857	278	821	314	995	350	995
27	1,040	63	1,063	99	1,046	135	1,092	171	951	207	910	243	1,011	279	959	315	1,014	351	956
28	913	64	1,067	100	957	136	1,096	172	1,134	208	942	244	910	280	973	316	961	352	1,241
29	1,095	65	1,040	101	957	137	927	173	1,119	209	1,031	245	825	281	994	317	992	353	1,052
30	1,026	66	978	102	918	138	1,026	174	1,009	210	766	246	1,084	282	1,006	318	930	354	1,152
31	907	67	958	103	976	139	1,020	175	1,002	211	829	247	1,166	283	1,042	319	934	355	814
32	845	68	949	104	1,064	140	1,077	176	993	212	985	248	988	284	814	320	1,106	356	1,102
33	895	69	1,009	105	1,015	141	953	177	839	213	989	249	846	285	895	321	1,050	357	1,035
34	1,019	70	984	106	964	142	931	178	946	214	1,019	250	875	286	973	322	894	358	986
35	1,040	71	967	107	922	143	1,061	179	1,117	215	967	251	808	287	838	323	938	359	1,011
36	1,082	72	977	108	983	144	1,112	180	1,129	216	886	252	907	288	970	324	884	360	1,071

หมายเหตุ ความต้องการสินค้าเฉลี่ยทั้งหมด (Average Total Demand) = 1,000

ตารางที่ 3.7 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 2 (Seasonality (SEA)) เป็นความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล ชุดที่ 1

รูปแบบที่ 2 SEA ชุดที่ 1 (ซ้ำครั้งที่1)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,232	37	1,194	73	1,082	109	1,076	145	508	181	703	217	1,123	253	1,028	289	1,091	325	1,132
2	1,060	38	1,093	74	745	110	783	146	919	182	1,161	218	1,118	254	1,140	290	1,049	326	870
3	1,196	39	1,016	75	843	111	851	147	980	183	1,113	219	1,255	255	990	291	1,033	327	894
4	1,084	40	900	76	947	112	1,129	148	1,183	184	1,298	220	1,159	256	1,018	292	710	328	646
5	918	41	757	77	994	113	1,308	149	1,200	185	908	221	937	257	728	293	946	329	854
6	776	42	1,039	78	1,250	114	1,304	150	1,054	186	970	222	781	258	947	294	980	330	1,180
7	1,041	43	1,250	79	1,189	115	1,170	151	729	187	808	223	784	259	1,065	295	1,168	331	1,071
8	1,053	44	1,295	80	959	116	977	152	830	188	991	224	961	260	1,251	296	1,321	332	1,283
9	1,244	45	918	81	906	117	1,041	153	850	189	964	225	1,198	261	1,185	297	1,069	333	923
10	994	46	897	82	709	118	836	154	938	190	1,059	226	1,261	262	1,162	298	922	334	817
11	927	47	742	83	892	119	960	155	1,196	191	1,296	227	1,108	263	815	299	598	335	599
12	971	48	887	84	875	120	1,138	156	1,242	192	1,041	228	898	264	862	300	686	336	1,103
13	758	49	1,027	85	1,086	121	1,142	157	993	193	937	229	837	265	915	301	944	337	1,174
14	929	50	1,102	86	1,370	122	995	158	889	194	862	230	783	266	916	302	1,036	338	1,040
15	1,137	51	1,134	87	1,128	123	1,081	159	914	195	772	231	1,038	267	1,010	303	1,249	339	1,105
16	1,183	52	1,122	88	963	124	868	160	687	196	901	232	1,141	268	1,208	304	1,210	340	945
17	1,110	53	852	89	797	125	843	161	1,104	197	1,094	233	1,233	269	1,043	305	1,003	341	714
18	857	54	865	90	695	126	905	162	1,167	198	1,246	234	1,044	270	890	306	865	342	727
19	819	55	809	91	1,005	127	959	163	1,179	199	1,124	235	831	271	727	307	659	343	992
20	889	56	887	92	1,085	128	1,104	164	1,050	200	959	236	765	272	790	308	917	344	1,097
21	882	57	1,250	93	1,200	129	1,140	165	786	201	719	237	582	273	877	309	1,133	345	1,258
22	1,080	58	1,160	94	982	130	919	166	770	202	828	238	1,142	274	948	310	1,318	346	1,157
23	1,144	59	793	95	800	131	933	167	682	203	930	239	1,097	275	1,350	311	1,202	347	878
24	1,267	60	990	96	691	132	936	168	1,034	204	1,325	240	1,092	276	1,150	312	1,095	348	823
25	893	61	711	97	796	133	1,024	169	1,366	205	1,157	241	873	277	954	313	782	349	835
26	694	62	890	98	916	134	1,016	170	1,441	206	1,052	242	790	278	633	314	822	350	964
27	882	63	1,057	99	1,197	135	1,289	171	1,052	207	841	243	822	279	788	315	986	351	1,091
28	910	64	1,220	100	1,154	136	1,194	172	1,062	208	752	244	741	280	947	316	1,098	352	1,440
29	1,250	65	1,236	101	1,051	137	851	173	928	209	863	245	802	281	1,133	317	1,191	353	1,167
30	1,222	66	1,070	102	840	138	834	174	843	210	747	246	1,226	282	1,205	318	1,042	354	1,095
31	997	67	877	103	783	139	856	175	986	211	972	247	1,365	283	1,151	319	875	355	628
32	761	68	756	104	901	140	1,064	176	1,139	212	1,183	248	1,094	284	751	320	919	356	928
33	701	69	848	105	1,005	141	1,101	177	1,037	213	1,092	249	780	285	708	321	877	357	1,002
34	861	70	977	106	1,115	142	1,128	178	1,047	214	950	250	687	286	802	322	865	358	1,120
35	1,037	71	1,119	107	1,119	143	1,159	179	1,046	215	777	251	638	287	812	323	1,075	359	1,211
36	1,236	72	1,173	108	1,078	144	1,037	180	939	216	718	252	884	288	1,109	324	1,083	360	1,186

หมายเหตุ ความต้องการสินค้าเฉลี่ยทั้งหมด (Average Total Demand) = 1,000

ตารางที่ 3.8 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 3 (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ชุดที่ 1

รูปแบบที่ 3 SIT ชุดที่ 1 (ซ้ำครั้งที่1)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	872	37	906	73	866	109	932	145	436	181	703	217	1,195	253	1,172	289	1,307	325	1,420
2	702	38	807	74	531	110	641	146	849	182	1,163	218	1,192	254	1,286	290	1,267	326	1,160
3	840	39	732	75	631	111	711	147	912	183	1,117	219	1,331	255	1,138	291	1,253	327	1,186
4	730	40	618	76	737	112	991	148	1,117	184	1,304	220	1,237	256	1,168	292	932	328	940
5	566	41	477	77	786	113	1,172	149	1,136	185	916	221	1,017	257	880	293	1,170	329	1,150
6	426	42	761	78	1,044	114	1,170	150	992	186	980	222	863	258	1,101	294	1,206	330	1,478
7	693	43	974	79	985	115	1,038	151	669	187	820	223	868	259	1,221	295	1,396	331	1,371
8	707	44	1,021	80	757	116	847	152	772	188	1,005	224	1,047	260	1,409	296	1,551	332	1,585
9	900	45	646	81	706	117	913	153	794	189	980	225	1,286	261	1,345	297	1,301	333	1,227
10	652	46	627	82	511	118	710	154	884	190	1,077	226	1,351	262	1,324	298	1,156	334	1,123
11	587	47	474	83	696	119	836	155	1,144	191	1,316	227	1,200	263	979	299	834	335	907
12	633	48	621	84	681	120	1,016	156	1,192	192	1,063	228	992	264	1,028	300	924	336	1,413
13	422	49	763	85	894	121	1,022	157	945	193	961	229	933	265	1,083	301	1,184	337	1,486
14	595	50	840	86	1,180	122	877	158	843	194	888	230	881	266	1,086	302	1,278	338	1,354
15	805	51	874	87	940	123	965	159	870	195	800	231	1,138	267	1,182	303	1,493	339	1,421
16	853	52	864	88	777	124	754	160	645	196	931	232	1,243	268	1,382	304	1,456	340	1,263
17	782	53	596	89	613	125	731	161	1,064	197	1,126	233	1,337	269	1,219	305	1,251	341	1,034
18	531	54	611	90	513	126	795	162	1,129	198	1,280	234	1,150	270	1,068	306	1,115	342	1,049
19	495	55	557	91	825	127	851	163	1,143	199	1,160	235	939	271	907	307	911	343	1,316
20	567	56	637	92	907	128	998	164	1,016	200	997	236	875	272	972	308	1,171	344	1,423
21	562	57	1,002	93	1,024	129	1,036	165	754	201	759	237	694	273	1,061	309	1,389	345	1,586
22	762	58	914	94	808	130	817	166	740	202	870	238	1,256	274	1,134	310	1,576	346	1,487
23	828	59	549	95	628	131	833	167	654	203	974	239	1,213	275	1,538	311	1,462	347	1,210
24	953	60	748	96	521	132	838	168	1,008	204	1,371	240	1,210	276	1,340	312	1,357	348	1,157
25	581	61	471	97	628	133	928	169	1,342	205	1,205	241	993	277	1,146	313	1,046	349	1,171
26	384	62	652	98	750	134	922	170	1,419	206	1,102	242	912	278	827	314	1,088	350	1,302
27	574	63	821	99	1,033	135	1,197	171	1,032	207	893	243	946	279	984	315	1,254	351	1,431
28	604	64	986	100	992	136	1,104	172	1,044	208	806	244	867	280	1,145	316	1,368	352	1,782
29	946	65	1,004	101	891	137	763	173	912	209	919	245	930	281	1,333	317	1,463	353	1,511
30	920	66	840	102	682	138	748	174	829	210	805	246	1,356	282	1,407	318	1,316	354	1,441
31	697	67	649	103	627	139	772	175	974	211	1,032	247	1,497	283	1,355	319	1,151	355	976
32	463	68	530	104	747	140	982	176	1,129	212	1,245	248	1,228	284	957	320	1,197	356	1,278
33	405	69	624	105	853	141	1,021	177	1,029	213	1,156	249	916	285	916	321	1,157	357	1,354
34	567	70	755	106	965	142	1,050	178	1,041	214	1,016	250	825	286	1,012	322	1,147	358	1,474
35	745	71	899	107	971	143	1,083	179	1,042	215	845	251	778	287	1,024	323	1,359	359	1,567
36	946	72	955	108	932	144	963	180	937	216	788	252	1,026	288	1,323	324	1,369	360	1,544

หมายเหตุ ความต้องการสินค้าเฉลี่ยทั้งหมด (Average Total Demand) = 1,000

ตารางที่ 3.9 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 4 (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง ชุดที่ 1

รูปแบบที่ 4 SDT ชุดที่ 1 (ซ้ำครั้งที่1)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,591	37	1,481	73	1,297	109	1,219	145	579	181	702	217	1,050	253	883	289	874	325	843
2	1,417	38	1,378	74	958	110	924	146	988	182	1,158	218	1,043	254	993	290	830	326	579
3	1,551	39	1,299	75	1,054	111	990	147	1,047	183	1,108	219	1,178	255	841	291	812	327	601
4	1,437	40	1,181	76	1,156	112	1,266	148	1,248	184	1,291	220	1,080	256	867	292	487	328	351
5	1,269	41	1,036	77	1,201	113	1,443	149	1,263	185	899	221	856	257	575	293	721	329	557
6	1,125	42	1,316	78	1,455	114	1,437	150	1,115	186	959	222	698	258	792	294	753	330	881
7	1,388	43	1,525	79	1,392	115	1,301	151	788	187	795	223	699	259	908	295	939	331	770
8	1,398	44	1,568	80	1,160	116	1,106	152	887	188	976	224	874	260	1,092	296	1,090	332	980
9	1,587	45	1,189	81	1,105	117	1,168	153	905	189	947	225	1,109	261	1,024	297	836	333	618
10	1,335	46	1,166	82	906	118	961	154	991	190	1,040	226	1,170	262	999	298	687	334	510
11	1,266	47	1,009	83	1,087	119	1,083	155	1,247	191	1,275	227	1,015	263	650	299	361	335	290
12	1,308	48	1,152	84	1,068	120	1,259	156	1,291	192	1,018	228	803	264	695	300	447	336	792
13	1,093	49	1,290	85	1,277	121	1,261	157	1,040	193	912	229	740	265	746	301	703	337	861
14	1,262	50	1,363	86	1,559	122	1,112	158	934	194	835	230	684	266	745	302	793	338	725
15	1,468	51	1,393	87	1,315	123	1,196	159	957	195	743	231	937	267	837	303	1,004	339	788
16	1,512	52	1,379	88	1,148	124	981	160	728	196	870	232	1,038	268	1,033	304	963	340	626
17	1,437	53	1,107	89	980	125	954	161	1,143	197	1,061	233	1,128	269	866	305	754	341	393
18	1,182	54	1,118	90	876	126	1,014	162	1,204	198	1,211	234	937	270	711	306	614	342	404
19	1,142	55	1,060	91	1,184	127	1,066	163	1,214	199	1,087	235	722	271	546	307	406	343	667
20	1,210	56	1,136	92	1,262	128	1,209	164	1,083	200	920	236	654	272	607	308	662	344	770
21	1,201	57	1,497	93	1,375	129	1,243	165	817	201	678	237	469	273	692	309	876	345	929
22	1,397	58	1,405	94	1,155	130	1,020	166	799	202	785	238	1,027	274	761	310	1,059	346	826
23	1,459	59	1,036	95	971	131	1,032	167	709	203	885	239	980	275	1,161	311	941	347	545
24	1,580	60	1,231	96	860	132	1,033	168	1,059	204	1,278	240	973	276	959	312	832	348	488
25	1,204	61	950	97	963	133	1,119	169	1,389	205	1,108	241	752	277	761	313	517	349	498
26	1,003	62	1,127	98	1,081	134	1,109	170	1,462	206	1,001	242	667	278	438	314	555	350	625
27	1,189	63	1,292	99	1,360	135	1,380	171	1,071	207	788	243	697	279	591	315	717	351	750
28	1,215	64	1,453	100	1,315	136	1,283	172	1,079	208	697	244	614	280	748	316	827	352	1,097
29	1,553	65	1,467	101	1,210	137	938	173	943	209	806	245	673	281	932	317	918	353	822
30	1,523	66	1,299	102	997	138	919	174	856	210	688	246	1,095	282	1,002	318	767	354	748
31	1,296	67	1,104	103	938	139	939	175	997	211	911	247	1,232	283	946	319	598	355	279
32	1,058	68	981	104	1,054	140	1,145	176	1,148	212	1,120	248	959	284	544	320	640	356	577
33	996	69	1,071	105	1,156	141	1,180	177	1,044	213	1,027	249	643	285	499	321	596	357	649
34	1,154	70	1,198	106	1,264	142	1,205	178	1,052	214	883	250	548	286	591	322	582	358	765
35	1,328	71	1,338	107	1,266	143	1,234	179	1,049	215	708	251	497	287	599	323	790	359	854
36	1,525	72	1,390	108	1,223	144	1,110	180	940	216	647	252	741	288	894	324	796	360	827

หมายเหตุ ความต้องการสินค้าเฉลี่ยทั้งหมด (Average Total Demand) = 1,000

เริ่มต้นการสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้ง 4 รูปแบบด้วยสมการที่ 3.1 จะได้ค่าความต้องการในรูปแบบสโตแคสติก แต่ผู้วิจัยได้กำหนดต่อไปว่าผู้จัดจำหน่ายจะรู้ค่าความต้องการสินค้า ซึ่งเป็นค่าไม่คงที่แต่ทราบค่าแน่นอน (Deterministic Variable Demand) เพื่อใช้ในการคำนวณการสั่งซื้อในขั้นตอนต่อไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้

ในการศึกษานำร่องได้ศึกษาเพียง 1 ชุดข้อมูลจึงทำการสร้างค่าความต้องการ ดังตารางที่ 3.6 ถึง 3.9 (ในบทที่ 3 นี้) แต่งานวิจัยนี้จะทำซ้ำ 6 ครั้ง ดังนั้นจะมีการสร้างค่าความต้องการสินค้ารูปแบบละ 6 ครั้ง ดูหัวข้อที่ 4.3 ในบทที่ 4 ต่อไป

3.5 การคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อและต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเมื่อความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบที่ 1 (CON)

3.5.1 วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 1 (CON)

ตัวแปรต่างๆ ระบบการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) มีดังนี้

Q^* = ปริมาณสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดในแต่ละครั้ง (หน่วยต่อครั้ง)

D = ความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้งหมด (หน่วยต่อปี)

C = ต้นทุนในการสั่งซื้อ (ดอลลาร์ต่อครั้ง)

h = ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อปี)

กำหนดให้ $C = 285$ ดอลลาร์ต่อครั้ง และ $h = 14.4$ ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อปี

จากการคำนวณปริมาณความต้องการสินค้าต่อปีดังตารางที่ 3.6 ซึ่งเป็นรูปแบบความต้องการสินค้าแบบ CON จะได้ $D = 356,106.4$ หน่วยต่อปี

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad Q^* &= \sqrt{\frac{2DC}{h}} \\ \text{จะได้ว่า} \quad Q^* &= \sqrt{\frac{2 \times 356106.4 \times 285}{14.4}} \\ &= \sqrt{\frac{202980648}{14.4}} \\ &= \sqrt{1409587833} \\ &= 3,755 \end{aligned}$$

ดังนั้น การสั่งซื้อสินค้าครั้งละ 3,755 หน่วยเป็นการสั่งซื้อที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่ำที่สุดถ้าทุกช่วงเวลามีความต้องการสินค้าเท่ากัน แต่ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ความต้องการสินค้าเป็นแบบไม่คงที่แต่ทราบค่าที่แน่นอน ดังนั้นประยุกต์นโยบายการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) ซึ่งคำนวณการสั่งซื้อแต่ละครั้งให้ใกล้เคียงกับขนาดการสั่งซื้อแบบประหยัด โดยช่วงเวลาสุดท้ายของช่วงจะเหลือสินค้าคงคลังเท่ากับ 0

การคำนวณการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) ของความต้องการรูปแบบ CON แบบย่อจะแสดงในรูปที่ 3.9 สามารถดูการคำนวณแบบเต็มในภาคผนวก ก. รูปที่ ก.1

จากการคำนวณดังรูปที่ 3.9 จะได้ว่า การสั่งซื้อทั้งหมด 110 ครั้ง และระดับสินค้าคงคลังสะสมเท่ากับ 412,567 หน่วย

- คำนวณหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปีโดยใช้วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)) จะได้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง} &= \text{ต้นทุนการสั่งซื้อ} + \text{ต้นทุนในการจัดเก็บ} \\ &= (285)(110) + (0.04)(412,567) \\ &= 31,350 + 16,503 \\ &= 47,835 \text{ ดอลลาร์} \end{aligned}$$

ดังนั้น วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)) ใช้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเท่ากับ 47,835 ดอลลาร์

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	C	285		t	Dt (CON)	Q	IL_t^{Start}	IL_t^{End}
2	H	14.4		1	1,075	3,049	3,049	1,974
3				2	865		1,974	1,109
4	SumDemand	356,106		3	1,109		1,109	0
5	2DC	202,980,420		4	1,170	3,216	3,216	2,046
6	2DC/H	14,095,863		5	1,113		2,046	933
7	Q	3,754		6	932		933	0
8	N	110		7	1,042	2,987	2,987	1,945
9	AIL	412,567		8	897		1,945	1,048
				⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
355				354	1,152	3,068	3,068	1,916
356				355	814		1,916	1,103
357				356	1,102		1,103	0
358				357	1,035	3,032	3,032	1,997
359				358	986		1,997	1,011
360				359	1,011		1,011	0
361				360	1,071	1,071	1,071	0

รูปที่ 3.9 การคำนวณการสั่งซื้อวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) ความต้องการรูปแบบ CON

ผู้ค้าปลีกจะสั่งซื้อโดยสั่งซื้อไปยังผู้จัดจำหน่ายก่อนที่จะเกิดสินค้าขาดแคลน ดังนั้นระยะเวลาการสั่งซื้อจึงไม่เป็นค่าคงที่และในกรณีนี้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังจึงไม่ต้องคิดค่าชดเชยสินค้าขาดแคลนยังเป็นไปตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในงานวิจัยนี้

3.5.2 วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 1 (CON)

วิธีการนี้เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้คำตอบที่ใกล้เคียงกับวิธีการ Wagner and Whitin Algorithm (WW) ซึ่งวิธีการที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังดีที่สุด ซึ่งวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) มีความง่ายและสะดวกในการคำนวณ โดยกำหนดให้ $C = 285$ ดอลลาร์ต่อครั้ง และ $H = 0.04$ ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน โดยสูตรการคำนวณต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อระยะเวลาทั้งหมดในการวางแผน คือ $TRC(T) = C + H \sum_{t=1}^T (t-1)D_t$ แสดงในรูปที่ 3.10 คอลัมน์ G ส่วนการคำนวณต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเฉลี่ยต่อช่วงเวลา คือ $\frac{TRC(T)}{T} = \frac{C + H \sum_{t=1}^T (t-1)D_t}{T}$ แสดงในรูปที่ 3.10 คอลัมน์ H คำนวณต่อไปเพื่อเลือก T ที่ลดต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อหน่วยที่ T + 1 มากกว่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อหน่วยที่ T ให้เลือก T เป็นจำนวนสำหรับปริมาณการสั่งซื้อ โดยปริมาณการสั่งซื้อ (Q) คาบที่ T คือ $Q = \sum_{t=1}^T D_t$ แสดงในรูปที่ 3.10 คอลัมน์ M จะดำเนินการหาขนาดปริมาณการสั่งซื้อคาบเวลาต่อไปเริ่มต้นที่ T + 1 เป็นระยะเวลาแรกของคำสั่งซื้อครั้งต่อไปและจะดำเนินต่อไปจนถึงจุดสิ้นสุดของทุกคาบเวลา

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	C	285	T	t	Dt (CON)	TRC(T)	TRC(T)/T	Status			IL _{Start}	IL _{End}
2	H	0.04	1	1	1,075	285.00	285.00	Next	Q1	3,049	3,049	1,973
3	N	91	2	2	865	319.58	159.79	Next			1,973	1,109
4	AIL	528,546	3	3	1,109	408.28	136.09	Next			1,109	0
5			4	4	1,170	548.70	137.18	Stop				
6			1	4	1,170	285.00	285.00	Next	Q2	4,257	4,257	3,087
7			2	5	1,113	329.52	164.76	Next			3,087	1,974
8			3	6	932	404.12	134.71	Next			1,974	1,042
9			4	7	1,042	529.13	132.28	Next			1,042	0
10			5	8	897	672.64	134.53	Stop				
			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
443			3	354	1,152	419.24	139.75	Next			1,965	814
444			4	355	814	516.87	129.22	Next			814	0
445			5	356	1,102	693.19	138.64	Stop				
446			1	356	1,102	285.00	285.00	Next	Q90	4,134	4,134	3,032
447			2	357	1,035	326.39	163.20	Next			3,032	1,997
448			3	358	986	405.25	135.08	Next			1,997	1,011
449			4	359	1,011	526.60	131.65	Next			1,011	0
450			5	360	1,071	697.92	139.58	Stop				
451			1	360	1,071	285.00	285.00	Next	Q91	1,071	1,071	0

รูปที่ 3.10 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) ความต้องการรูปแบบ CON

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา $t = 8$ จะได้ว่า

คำนวณต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อระยะเวลาทั้งหมด คือ

$$\begin{aligned} TRC(5,8) &= C + H \sum_{t=1}^5 (t-1)D_t \\ &= 285 + 0.04(D_2 + 2D_3 + 3D_4 + 4D_5) \\ &= 285 + 0.04[1,113 + 2(932) + 3(1,042) + 4(897)] \\ &= 672.64 \text{ (ตามรูปที่ 3.10 เซลล์ที่ F10)} \end{aligned}$$

คำนวณต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเฉลี่ยต่อช่วงเวลา คือ

$$\begin{aligned} \frac{TRC(5,8)}{T} &= \frac{672.64}{5} \\ &= 134.53 \text{ (ตามรูปที่ 3.10 เซลล์ที่ G10)} \end{aligned}$$

พบว่า $\frac{TRC(5,8)}{5} > \frac{TRC(4,7)}{4}$; $134.53 > 132.28$

คำสั่งปริมาณการสั่งซื้อ โดยปริมาณการสั่งซื้อ (Q) คือ

$$\begin{aligned} Q &= \sum_{t=1}^T D_t = D_4 + D_5 + D_6 + D_7 \\ &= 1,170 + 1,113 + 932 + 1,042 \\ &= 4,257 \text{ (ตามรูปที่ 3.10 เซลล์ที่ J6)} \end{aligned}$$

จากคำนวณจนครบทุกคาบเวลาแบบย่อแสดงดังรูปที่ 3.11 จะได้ การสั่งซื้อทั้งหมด 91 ครั้ง และระดับสินค้าคงคลังสะสมเท่ากับ 528,546 หน่วยและสามารถดูการคำนวณแบบเต็มในภาคผนวก ก. รูปที่ ก.2

- คำนวณหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปีโดยใช้วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)) จะได้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง} &= \text{ต้นทุนการสั่งซื้อ} + \text{ต้นทุนในการจัดเก็บ} \\ &= (285)(91) + (0.04)(528,546) \\ &= 25,935 + 21,142 \\ &= 47,077 \text{ ดอลลาร์} \end{aligned}$$

ดังนั้น วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)) ใช้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเท่ากับ 47,077 ดอลลาร์

3.5.3 วิธีการ Least Unit Cost (LUC) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 1 (CON)

วิธีการ Least Unit Cost (LUC) มีลักษณะการคำนวณคล้ายกับ Silver and Meal Heuristic (SM) แต่ตัวหารแตกต่างกัน การคำนวณนี้กำหนดต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยในคาบเวลานั้นๆ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อหน่วยคือ $\frac{TRC(T)}{\sum_{t=1}^T D_t} = \frac{C+H \sum_{t=1}^T (t-1)D_t}{\sum_{t=1}^T D_t}$ แสดงในรูปแบบที่ 3.11 คอลัมน์ N ส่วนกลไกการเพิ่มหรือไม่เพิ่มขนาดการสั่งซื้อดำเนินการเหมือนกับวิธีการ Silver and Meal Heuristic

กำหนดให้ C = 285 ดอลลาร์ต่อครั้ง และ H = 0.04 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	C	285	T	t	Dt (CON)	Cumu D	H*(T-1)*D	Cumu H	TRC(T)	TRC(T)/D	Status			IL ₁ Start	IL ₁ End
2	H	0.04							C+Cumu H						
3	N	90	1	1	1,075	1,075	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q1	4,219	4,219	3,143
4	AIL	538,728	2	2	865	1,940	34.58	34.58	319.58	0.16	Next			3,143	2,279
5			3	3	1,109	3,049	88.69	123.28	408.28	0.13	Next			2,279	1,170
6			4	4	1,170	4,219	140.43	263.70	548.70	0.13	Next			1,170	0
7			5	5	1,113	5,332	178.09	441.79	726.79	0.14	Stop				
8			1	5	1,113	1,113	0.00	0.00	285.00	0.26	Next	Q2	3,984	3,984	2,871
9			2	6	932	2,046	37.30	37.30	322.30	0.16	Next			2,871	1,939
10			3	7	1,042	3,087	83.34	120.64	405.64	0.13	Next			1,939	897
11			4	8	897	3,984	107.64	228.28	513.28	0.13	Next			897	0
12			5	9	1,049	5,033	167.77	396.05	681.05	0.14	Stop				
443			1	353	1,052	1,052	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q89	4,120	4,120	3,068
444			2	354	1,152	2,204	46.08	46.08	331.08	0.15	Next			3,068	1,916
445			3	355	814	3,018	65.08	111.16	396.16	0.13	Next			1,916	1,102
446			4	356	1,102	4,120	132.25	243.41	528.41	0.13	Next			1,102	0
447			5	357	1,035	5,154	165.56	408.97	693.97	0.13	Stop				
448			1	357	1,035	1,035	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q90	4,103	4,103	3,068
449			2	358	986	2,021	39.43	39.43	324.43	0.16	Next			3,068	2,082
450			3	359	1,011	3,032	80.90	120.33	405.33	0.13	Next			2,082	1,071
451			4	360	1,071	4,103	128.49	248.82	533.82	0.13	Next			1,071	0

รูปที่ 3.11 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC) ความต้องการรูปแบบ CON

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t = 9 จะได้ว่า

คำนวณต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อระยะเวลาทั้งหมด คือ

$$\begin{aligned}
 TRC(5,9) &= C + H \sum_{t=1}^5 (t-1)D_t \\
 &= 285 + 0.04(D_6 + 2D_7 + 3D_8 + 4D_9) \\
 &= 285 + 0.04[932 + 2(1,042) + 3(897) + 4(1,049)] \\
 &= 681.05 \text{ (ตามรูปที่ 3.11 เซลล์ที่ I12)}
 \end{aligned}$$

ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อหน่วย คือ

$$\begin{aligned} \frac{TRC(5,9)}{\sum_{t=1}^5 D_t} &= \frac{681.05}{D_5 + D_6 + D_7 + D_8 + D_9} \\ &= \frac{681.05}{1,113 + 932 + 1,042 + 896 + 1,049} \\ &= 0.14 \text{ (ตามรูปที่ 3.11 เซลล์ที่ J12)} \end{aligned}$$

พบว่า $\frac{TRC(5,9)}{\sum_{t=1}^5 D_t} > \frac{TRC(4,8)}{\sum_{t=1}^4 D_t}$; $0.14 > 0.13$

คำสั่งปริมาณการสั่งซื้อ โดยปริมาณการสั่งซื้อ (Q) คือ

$$\begin{aligned} Q = \sum_{t=1}^T D_t &= D_5 + D_6 + D_7 + D_8 \\ &= 1,113 + 932 + 1,042 + 897 \\ &= 3,984 \text{ (ตามรูปที่ 3.11 เซลล์ที่ M8)} \end{aligned}$$

จากคำนวณจนครบทุกคาบเวลาแสดงดังรูปที่ 3.11 จะได้ การสั่งซื้อทั้งหมด 90 ครั้ง และระดับสินค้าคงคลังสะสมเท่ากับ 538,728 หน่วยและสามารถดูการคำนวณแบบเต็มในภาคผนวก ก. รูปที่ ก.3

- คำนวณหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปีโดยใช้วิธีการ Least Unit Cost (LUC) จะได้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง} &= \text{ต้นทุนการสั่งซื้อ} + \text{ต้นทุนในการจัดเก็บ} \\ &= (285)(90) + (0.04)(538,728) \\ &= 25,650 + 21,549 = 47,119 \text{ ดอลลาร์} \end{aligned}$$

ดังนั้น วิธีการ Least Unit Cost (LUC) ใช้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเท่ากับ 47,119 ดอลลาร์

3.5.4 วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 1 (CON)

วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) เป็นวิธีการคำนวณขนาดการสั่งซื้อด้วยการปรับสมดุลต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการจัดเก็บ

กำหนดให้ $\sum_{t=1}^T (t-1)D_t = \text{APP}$ (Accumulated Part-Periods)

$\frac{C}{H} = \text{EPP}$ (Economic Part-Period) เป็นค่าคงที่ที่เปลี่ยนแปลงต้นทุนในการสั่งซื้อและต้นทุนการถือครองไปเป็นค่า Part-Periods

$C = 285$ ดอลลาร์ต่อครั้ง และ $H = 0.04$ ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน

คำนวณต่อไปจน APP มากกว่า EPP ให้เลือกคาบที่ T เป็นจำนวนสำหรับคำสั่งปริมาณการสั่งซื้อ โดยปริมาณการสั่งซื้อ (Q) คาบที่ T คือ $Q = \sum_{t=1}^T D_t$ จะดำเนินการหาขนาดปริมาณการสั่งซื้อคาบเวลาต่อไปเริ่มต้นที่ T + 1 เป็นระยะเวลาแรกของคำสั่งซื้อ

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	C	285	T	t	D _t (CON)	(T-1)*D	APP	Statu: ▾			IL _i Start	IL _i End
2	H	0.04	1	1	1,075	0	0	NEXT	Q1	4,219	4,219	3,143
3	EPP	7,125	2	2	865	865	865	NEXT			3,143	2,279
4	N	90	3	3	1,109	2,217	3,082	NEXT			2,279	1,170
5	AIL	538,728	4	4	1,170	3,511	6,593	NEXT			1,170	0
6			5	5	1,113	4,452	11,045	STOP				
7			1	5	1,113	0	0	NEXT	Q2	3,984	3,984	2,871
8			2	6	932	932	933	NEXT			2,871	1,939
9			3	7	1,042	2,083	3,016	NEXT			1,939	897
10			4	8	897	2,691	5,707	NEXT			897	0
442			1	353	1,052	0	0	NEXT	Q89	4,120	4,120	3,068
443			2	354	1,152	1,152	1,152	NEXT			3,068	1,916
444			3	355	814	1,627	2,779	NEXT			1,916	1,102
445			4	356	1,102	3,306	6,085	NEXT			1,102	0
446			5	357	1,035	4,139	10,224	STOP				
447			1	357	1,035	0	0	NEXT	Q90	4,103	4,103	3,068
448			2	358	986	986	986	NEXT			3,068	2,082
449			3	359	1,011	2,022	3,008	NEXT			2,082	1,071
450			4	360	1,071	3,212	6,221	NEXT			1,071	0

รูปที่ 3.12 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ความต้องการรูปแบบ CON

$$\text{คำนวณ } EPP = \frac{285}{0.04} = 7,125 \text{ (ตามรูปที่ 3.12 เซลล์ที่ D3)}$$

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา $t = 5$ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} APP &= \sum_{t=1}^5 (t-1)D_t \\ &= D_2 + 2D_3 + 3D_4 + 4D_5 \\ &= 865 + 2(1,109) + 3(1,170) + 4(1,113) \\ &= 11,045 \text{ (ตามรูปที่ 3.12 เซลล์ที่ I6)} \end{aligned}$$

พบว่า $APP > EPP$; $11,045 > 7,125$

คำสั่งปริมาณการสั่งซื้อ โดยปริมาณการสั่งซื้อ (Q) คือ

$$\begin{aligned} Q &= \sum_{t=1}^T D_t = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \\ &= 1,075 + 865 + 1,109 + 1,170 \\ &= 4,219 \text{ (ตามรูปที่ 3.12 เซลล์ที่ L2)} \end{aligned}$$

จากคำนวณจนครบทุกคาบเวลาแสดงดังรูปที่ 3.12 จะได้ การสั่งซื้อทั้งหมด 90 ครั้ง และระดับสินค้าคงคลังสะสมเท่ากับ 538,728 หน่วยและสามารถดูการคำนวณแบบเต็มในภาคผนวก ก. รูปที่ ก.4

- คำนวณหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปีโดยใช้วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) จะได้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง} &= \text{ต้นทุนการสั่งซื้อ} + \text{ต้นทุนในการจัดเก็บ} \\ &= (285)(90) + (0.04)(538,728) \\ &= 25,650 + 21,549 \\ &= 47,199 \text{ ดอลลาร์} \end{aligned}$$

ดังนั้น วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ใช้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเท่ากับ 47,199 ดอลลาร์

3.6 การคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อและต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเมื่อความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบที่ 2 (Seasonality (SEA))

3.6.1 วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 2 (SEA)

กำหนดให้ $C = 285$ ดอลลาร์ต่อครั้ง และ $H = 14.4$ ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อปี

จากการคำนวณปริมาณความต้องการสินค้าต่อปี จะได้ $D = 356,542$ หน่วยต่อปี

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} EOQ &= \sqrt{\frac{2 \times 356,542 \times 285}{14.4}} \\ &= \sqrt{\frac{203,228,940}{14.4}} \\ &= \sqrt{14,113,120.83} \\ &= 3,757 \end{aligned}$$

ดังนั้น การสั่งซื้อสินค้าครั้งละประมาณ 3,757 หน่วยเป็นการสั่งซื้อที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่ำที่สุด

จากการคำนวณดังรูปที่ 3.13 จะได้การสั่งซื้อทั้งหมด 103 ครั้ง และระดับสินค้าคงคลังสะสมเท่ากับ 448,031 หน่วย

- คำนวณหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปีโดยใช้วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)) จะได้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง} &= \text{ต้นทุนการสั่งซื้อ} + \text{ต้นทุนในการจัดเก็บ} \\ &= (285)(103) + (0.04)(448,031) \\ &= 29,355 + 17,921 \\ &= 47,276 \text{ ดอลลาร์} \end{aligned}$$

ดังนั้น วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)) ใช้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเท่ากับ 47,276 ดอลลาร์

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	C	285		t	Dt (SEA)	Q	IL_t^{Start}	IL_t^{End}
2	H	14.4		1	1,232	3,487	3,487	2,255
3				2	1,060		2,255	1,196
4	SumDemand	356,542		3	1,196		1,196	0
5	2DC	203,228,940		4	1,084	3,819	3,819	2,735
6	2DC/H	14,113,121		5	918		2,735	1,817
7	Q	3,757		6	776		1,817	1,041
8	N	103		7	1,041		1,041	0
9	AIL	448,031		8	1,053	3,291	3,291	2,238
				⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
352				351	1,091	3,698	3,698	2,607
353				352	1,440		2,607	1,167
354				353	1,167		1,167	0
355				354	1,095	3,653	3,653	2,558
356				355	628		2,558	1,930
357				356	928		1,930	1,002
358				357	1,002		1,002	0
359				358	1,120	3,516	3,516	2,396
360				359	1,211		2,396	1,185
361				360	1,186		1,185	0

รูปที่ 3.13 การคำนวณการสั่งซื้อวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) ความต้องการรูปแบบ SEA

3.6.2 วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 2 (SEA)

กำหนดให้ $C = 285$ ดอลลาร์ต่อครั้ง และ $H = 0.04$ ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน

	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	N
1	C	285	T	t	Dt (SEA)	TRC(T)	TRC(T)/T	Status			IL _i ^{Start}	IL _i ^{End}
2	H	0.04	1	1	1,232	285.00	285.00	Next	Q1	4,571	4,571	3,339
3	N	91	2	2	1,060	327.39	163.69	Next			3,339	2,279
4	AIL	529,686	3	3	1,196	423.04	141.01	Next			2,279	1,084
5			4	4	1,084	553.09	138.27	Next			1,084	0
6			5	5	918	700.00	140.00	Stop				
7			1	5	918	285.00	285.00	Next	Q2	3,788	3,788	2,870
443			3	354	1,095	419.28	139.76	Next			1,723	628
444			4	355	628	494.67	123.67	Next			628	0
445			5	356	928	643.09	128.62	Stop				
446			1	356	928	285.00	285.00	Next	Q90	3,050	3,050	2,122
447			2	357	1,002	325.10	162.55	Next			2,122	1,120
448			3	358	1,120	414.68	138.23	Next			1,120	0
449			4	359	1,211	559.99	140.00	Stop				
450			1	359	1,211	285.00	285.00	Next	Q91	2,397	2,397	1,186
451			2	360	1,186	332.43	166.22	Next			1,186	0

รูปที่ 3.14 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) ความต้องการรูปแบบ SEA

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา $t = 5$ จะได้ว่า

คำนวณต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อระยะเวลาทั้งหมด คือ

$$\begin{aligned}
 TRC(5,5) &= C + H \sum_{t=1}^5 (t-1)D_t \\
 &= 285 + 0.04(D_2 + 2D_3 + 3D_4 + 4D_5) \\
 &= 285 + 0.04[1,060 + 2(1,196) + 3(1,084) + 4(918)] \\
 &= 700 \text{ (ตามรูปที่ 3.14 เซลล์ที่ F6)}
 \end{aligned}$$

คำนวณต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเฉลี่ยต่อช่วงเวลา คือ

$$\begin{aligned}\frac{TRC(5,5)}{T} &= \frac{700}{5} \\ &= 140 \text{ (ตามรูปที่ 3.14 เซลล์ที่ G6)}\end{aligned}$$

พบว่า $\frac{TRC(5,5)}{5} > \frac{TRC(4,4)}{4}$; $140 > 138.27$

คำสั่งปริมาณการสั่งซื้อ โดยปริมาณการสั่งซื้อ (Q) คือ

$$\begin{aligned}Q &= \sum_{t=1}^T D_t = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \\ &= 1,232 + 1,060 + 1,196 + 1,084 \\ &= 4,571 \text{ (ตามรูปที่ 3.14 เซลล์ที่ L2)}\end{aligned}$$

จากคำนวณจนครบทุกคาบเวลาดังรูปที่ 3.14 จะได้ว่าการสั่งซื้อทั้งหมด 91 ครั้ง และระดับสินค้าคงคลังสะสมเท่ากับ 529,686 หน่วย

- คำนวณหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปีโดยใช้วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) จะได้

$$\begin{aligned}\text{ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง} &= \text{ต้นทุนการสั่งซื้อ} + \text{ต้นทุนในการจัดเก็บ} \\ &= (285)(91) + (0.04)(529,686) \\ &= 25,935 + 21,187 \\ &= 47,122 \text{ ดอลลาร์}\end{aligned}$$

ดังนั้น วิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) ใช้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเท่ากับ 47,122 ดอลลาร์

3.6.3 วิธีการ Least Unit Cost (LUC) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 2 (SEA)

กำหนดให้ $C = 285$ ดอลลาร์ต่อครั้ง และ $H = 0.04$ ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	C	285	T	t	Dt (SEA)	Cumu D	$H*(T-1)*D$	Cumu H	TRC(T)	TRC(T)/D	Status			IL_t^{Start}	IL_t^{End}
2	H	0.04							$C+Cumu H$						
3	N	92	1	1	1,232	1,232	0.00	0.00	285.00	0.23	Next	Q1	4,571	4,571	3,339
4	AIL	522,107	2	2	1,060	2,291	42.39	42.39	327.39	0.14	Next			3,339	2,279
5			3	3	1,196	3,487	95.66	138.04	423.04	0.12	Next			2,279	1,084
6			4	4	1,084	4,571	130.05	268.09	553.09	0.12	Next			1,084	0
7			5	5	918	5,489	146.90	415.00	700.00	0.13	Stop				
8			1	5	918	918	0.00	0.00	285.00	0.31	Next	Q2	3,788	3,788	2,870
9			2	6	776	1,694	31.03	31.03	316.03	0.19	Next			2,870	2,094
10			3	7	1,041	2,735	83.29	114.32	399.32	0.15	Next			2,094	1,053
444			5	353	1,167	5,497	186.66	485.31	770.31	0.14	Stop				
445			1	353	1,167	1,167	0.00	0.00	285.00	0.24	Next	Q91	3,818	3,818	2,651
446			2	354	1,095	2,262	43.81	43.81	328.81	0.15	Next			2,651	1,556
447			3	355	628	2,890	50.26	94.07	379.07	0.13	Next			1,556	928
448			4	356	928	3,818	111.31	205.38	490.38	0.13	Next			928	0
449			5	357	1,002	4,820	160.39	365.77	650.77	0.14	Stop				
450			1	357	1,002	1,002	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q92	4,519	4,519	3,516
451			2	358	1,120	2,122	44.79	44.79	329.79	0.16	Next			3,516	2,397
452			3	359	1,211	3,333	96.87	141.66	426.66	0.13	Next			2,397	1,186
453			4	360	1,186	4,519	142.29	283.95	568.95	0.13	Next			1,186	0

รูปที่ 3.15 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC) ความต้องการรูปแบบ SEA

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา $t = 5$ จะได้ว่า

คำนวณต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อระยะเวลาทั้งหมด คือ

$$\begin{aligned}
 TRC(5,5) &= C + H \sum_{t=1}^5 (t-1)D_t \\
 &= 285 + 0.04(D_2 + 2D_3 + 3D_4 + 4D_5) \\
 &= 285 + 0.04[1,060 + 2(1,196) + 3(1,084) + 4(918)] \\
 &= 700 \text{ (ตามรูปที่ 3.15 เซลล์ที่ I7)}
 \end{aligned}$$

ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังทั้งหมดต่อหน่วย คือ

$$\begin{aligned}
 \frac{TRC(5,5)}{\sum_{t=1}^5 D_t} &= \frac{700}{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5} \\
 &= \frac{700}{1,232 + 1,060 + 1,196 + 1,084 + 918} \\
 &= 0.13 \text{ (ตามรูปที่ 3.15 เซลล์ที่ J7)}
 \end{aligned}$$

พบว่า $\frac{TRC(5,5)}{\sum_{t=1}^5 D_t} > \frac{TRC(4,4)}{\sum_{t=1}^4 D_t}$; ; $0.14 > 0.13$

คำสั่งปริมาณการสั่งซื้อ โดยปริมาณการสั่งซื้อ (Q) คือ

$$\begin{aligned} Q &= \sum_{t=1}^T D_t = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \\ &= 1,232 + 1,060 + 1,196 + 1,084 \\ &= 4,571 \text{ (ตามรูปที่ 3.15 เซลล์ที่ M3)} \end{aligned}$$

จากคำนวณจนครบทุกคาบเวลาดังรูปที่ 3.15 จะได้ว่าคำสั่งซื้อทั้งหมด 92 ครั้ง และระดับสินค้าคงคลังสะสมเท่ากับ 522,107 หน่วย

- คำนวณหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปีโดยใช้วิธีการ Least Unit Cost (LUC) จะได้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง} &= \text{ต้นทุนการสั่งซื้อ} + \text{ต้นทุนในการจัดเก็บ} \\ &= (285)(92) + (0.04)(522,107) \\ &= 26,220 + 20,884 \\ &= 47,104 \text{ ดอลลาร์} \end{aligned}$$

ดังนั้น วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ใช้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเท่ากับ 47,104 ดอลลาร์

3.6.4 วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) เมื่อความต้องการเป็นรูปแบบที่ 2 (SEA)
กำหนดให้ $C = 285$ ดอลลาร์ต่อครั้ง และ $H = 0.04$ ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	C	285	T	t	D _t (SEA)	(T-1)*D	APP	Status			IL _t ^{Start}	IL _t ^{End}
2	H	0.04	1	1	1,232	0	0	NEXT	Q1	4,571	4,571	3,339
3	EPP	7,125	2	2	1,060	1,060	1,060	NEXT			3,339	2,279
4	N	89	3	3	1,196	2,391	3,451	NEXT			2,279	1,084
5	AIL	544,107	4	4	1,084	3,251	6,702	NEXT			1,084	0
6			5	5	918	3,673	10,375	STOP				
7			1	5	918	0	0	NEXT	Q2	3,788	3,788	2,870
8			2	6	776	776	776	NEXT			2,870	2,094
9			3	7	1,041	2,082	2,858	NEXT			2,094	1,053
10			4	8	1,053	3,159	6,017	NEXT			1,053	0
11			5	9	1,244	4,975	10,992	STOP				
442			5	355	628	2,513	9,572	STOP				
443			1	355	628	0	0	NEXT	Q88	3,678	3,678	3,050
444			2	356	928	928	928	NEXT			3,050	2,122
445			3	357	1,002	2,005	2,932	NEXT			2,122	1,120
446			4	358	1,120	3,359	6,292	NEXT			1,120	0
447			5	359	1,211	4,843	11,135	STOP				
448			1	359	1,211	0	0	NEXT	Q89	2,397	2,397	1,186
449			2	360	1,186	1,186	1,186	NEXT			1,186	0

รูปที่ 3.16 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ความต้องการรูปแบบ SEA

$$\text{คำนวณ } EPP = \frac{285}{0.04} = 7,125 \text{ (ตามรูปที่ 3.16 เซลล์ที่ E3)}$$

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา $t = 5$ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} APP &= \sum_{t=1}^5 (t-1)D_t \\ &= D_2 + 2D_3 + 3D_4 + 4D_5 \\ &= 1,060 + 2(1,196) + 3(1,084) + 4(918) \\ &= 10,375 \text{ (ตามรูปที่ 3.16 เซลล์ที่ I6)} \end{aligned}$$

พบว่า $APP > EPP$; $10,375 > 7,125$

คำสั่งปริมาณการสั่งซื้อ โดยปริมาณการสั่งซื้อ (Q) คือ

$$Q = \sum_{t=1}^T D_t = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

$$= 1,232 + 1,060 + 1,196 + 1,084$$

$$= 4,571 \text{ (ตามรูปที่ 3.16 เซลล์ที่ L2)}$$

จากคำนวณจนครบทุกคาบเวลาดังรูปที่ 3.16 จะได้ว่าการสั่งซื้อทั้งหมด 89 ครั้ง และระดับสินค้าคงคลังสะสมเท่ากับ 544,107 หน่วย

- จำนวนหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปีโดยใช้วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) จะได้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง} &= \text{ต้นทุนการสั่งซื้อ} + \text{ต้นทุนในการจัดเก็บ} \\ &= (285)(89) + (0.04)(544,127) \\ &= 25,365 + 21,765 \\ &= 47,130 \text{ ดอลลาร์} \end{aligned}$$

ดังนั้น วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ใช้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเท่ากับ 47,130 ดอลลาร์

3.7 บันทึกและเปรียบเทียบข้อมูลจากการศึกษานำร่อง

3.7.1 ข้อมูลต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (Total Inventory Cost (TIC))

จากการจำลองการวิธีการสั่งซื้อสินค้าจากการศึกษานำร่องจะได้ค่าของต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังและเก็บข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ข้อมูลต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ของการศึกษานำร่อง

	รูปแบบความต้องการ	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง			
		EOQ	SM	LUC	PPA
C=285 H=0.04	รูปแบบที่ 1 (CON)	47,853 <small>(มาจากหัวข้อ 3.5.1)</small>	47,077 <small>(มาจากหัวข้อ 3.5.2)</small>	47,199 <small>(มาจากหัวข้อ 3.5.3)</small>	47,199 <small>(มาจากหัวข้อ 3.5.4)</small>
	รูปแบบที่ 2 (SEA)	47,276 <small>(มาจากหัวข้อ 3.6.1)</small>	47,122 <small>(มาจากหัวข้อ 3.6.2)</small>	47,104 <small>(มาจากหัวข้อ 3.6.3)</small>	47,130 <small>(มาจากหัวข้อ 3.6.4)</small>
	รูปแบบที่ 3 (SIT)	47,412	46,603	47,066	46,810
	รูปแบบที่ 4 (SDT)	47,632	46,421	47,174	46,668

จากตารางที่ 3.10 จะสามารถสรุปนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่เหมาะสมที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังของความต้องการแต่ละรูปแบบของผู้ค้าปลีกมีค่าต่ำที่สุด แสดงดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 สรุปนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่เหมาะสมสำหรับความต้องการแต่ละรูปแบบของผู้ค้าปลีกแต่ละรูปแบบ

รูปแบบความต้องการ	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง
1 (CON)	SM
2 (SEA)	LUC
3 (SIT)	SM
4 (SDT)	SM

3.7.2 ข้อมูลค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (Accumulative Inventory Level (AIL))

จากการจำลองการวิธีการสั่งซื้อสินค้าจากการศึกษานำร่องจะได้ค่าของระดับสินค้าคงคลังสะสมและเก็บข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 ข้อมูลค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL) ของการศึกษานำร่อง

	รูปแบบความต้องการ	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง			
		EOQ	SM	LUC	PPA
C=285 H=0.04	รูปแบบที่ 1 (CON)	412,567	528,546	538,728	538,728
	รูปแบบที่ 2 (SEA)	448,030	529,686	522,107	544,107
	รูปแบบที่ 3 (SIT)	437,172	509,566	514,029	543,259
	รูปแบบที่ 4 (SDT)	428,428	512,156	516,733	546,834

3.7.3 ข้อมูลจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N)

จากการจำลองการวิธีการสั่งซื้อสินค้าจากการศึกษานำร่องจะได้ค่าของจำนวนครั้งในการสั่งซื้อและเก็บข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 ข้อมูลค่าจำนวนครั้งในการสั่งซื้อของการศึกษานำร่อง

	รูปแบบความต้องการ	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง			
		EOQ	SM	LUC	PPA
C=285 H=0.04	รูปแบบที่ 1 (CON)	110	91	90	90
	รูปแบบที่ 2 (SEA)	103	91	92	89
	รูปแบบที่ 3 (SIT)	105	92	93	88
	รูปแบบที่ 4 (SDT)	107	91	93	87

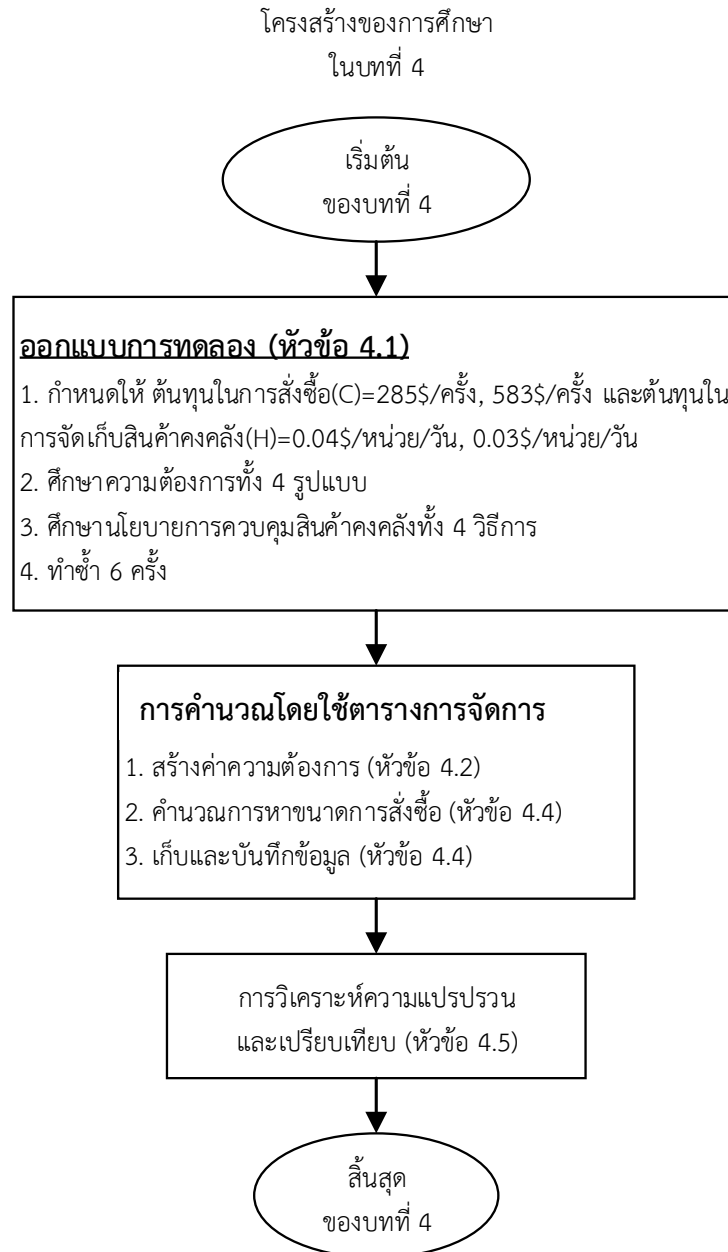
จากการคำนวณหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม และจำนวนครั้งในการสั่งซื้อตามเงื่อนไขในการศึกษานำร่อง พบว่านโยบายในการควบคุมสินค้าที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้า ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม และจำนวนครั้งในการสั่งซื้อที่มีค่าที่ต่ำที่สุดสำหรับแต่ละรูปแบบความต้องการมีความแตกต่างกัน จึงทำให้มีการศึกษาเพิ่มเติมในบทที่ 4

บทที่ 4

การออกแบบการทดลองและเปรียบเทียบผล

หลังจากทำการศึกษานำร่องไปในบทที่ 3 พบว่าแต่ละรูปแบบความต้องการจากการคำนวณ การควบคุมสินค้าคงคลังแต่ละนโยบายได้ผลลัพธ์ของต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้า ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม และจำนวนครั้งในการสั่งซื้อค่าต่ำที่สุดแตกต่างกัน ในบทที่ 4 นี้จึงมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมของแต่ละความต้องการที่มีเรื่องต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนในการจัดเก็บแตกต่างกัน (ซึ่งเดิมในบทที่ 3 สนใจเป็นค่าคงที่ระดับเดียวกัน) ซึ่งงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมจากชุดข้อมูลค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้งหมด 6 ชุด (หรือทำการทดลองซ้ำ 6 ครั้ง) และแบ่งหัวข้อผลการออกแบบการทดลองและเปรียบเทียบผล(ดังรูปที่ 4.1) ดังนี้

- 4.1 การออกแบบการทดลองและเงื่อนไข
- 4.2 การสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกของงานวิจัย
- 4.3 การออกแบบตารางจัดการ (Spreadsheet)
- 4.4 เก็บและบันทึกข้อมูล
- 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการศึกษาในบทที่ 4

4.1 การออกแบบการทดลองและเงื่อนไข

จากการคำนวณการควบคุมสินค้าคงคลังของข้อมูลชุดแรกและเงื่อนไขที่กำหนดในการศึกษานำร่องบทที่ 3 ได้ค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม และจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ พบว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างกัน จึงได้ทำการศึกษาเพิ่มโดยเพิ่มปัจจัยในการศึกษา คือ

1. ต้นทุนในการสั่งซื้อ (C)

- เดิมในบทที่ 3 การศึกษานำร่องใช้ $C = 285$ ดอลลาร์ต่อครั้ง
- ในบทที่ 4 จะใช้ C แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ $C = 285$ และ 583 ดอลลาร์ต่อครั้ง

2) ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (H)

- เดิมในบทที่ 3 การศึกษานำร่องใช้ $H = 0.04$ ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน
- ในบทที่ 4 จะใช้ H แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ $H = 0.03$ และ 0.04 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน

3) ชุดข้อมูลความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีก

- เดิมในบทที่ 3 การศึกษานำร่องจะใช้สร้างชุดข้อมูลความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกแต่ละรูปแบบ (CON, SEA, SIT และ SDT) ซ้ำเพียง 1 ครั้ง

- ในบทที่ 4 ชุดข้อมูลความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกแต่ละรูปแบบจะมีการซ้ำ 6 ครั้ง เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ

โดยออกแบบการทดลองได้ดังตารางที่ 4.1 ถึง 4.3 และค่าที่ได้จากการคำนวณในบทที่ 3 จะแสดงในตารางการออกแบบนี้ด้วย

ตารางที่ 4.1 เก็บข้อมูลต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง

รูปแบบ ความต้องการ	ต้นทุนการ สั่งซื้อ (C)	ต้นทุนการ จัดเก็บ (H)	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง												
			EOQ			SM			LUC			PPA			
รูปแบบที่ 1 (CON)	285	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC
	285	0.04	47,853	TIC	TIC	47,077	TIC	TIC	47,199	TIC	TIC	47,199	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
	583	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
	583	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
รูปแบบที่ 2 (SEA)	285	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
	285	0.04	47,276	TIC	TIC	47,122	TIC	TIC	47,104	TIC	TIC	47,130	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
	583	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
	583	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
รูปแบบที่ 3 (SIT)	285	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
	285	0.04	47,412	TIC	TIC	46,603	TIC	TIC	47,066	TIC	TIC	46,810	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
	583	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
	583	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
	285	0.04	47,632	TIC	TIC	46,421	TIC	TIC	47,174	TIC	TIC	46,668	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
	583	0.03	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
	583	0.04	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	
			TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	TIC	

หมายเหตุ 1 TIC หมายถึง ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (Total Inventory Cost)

หมายเหตุ 2 ตารางนี้จะถูกใช้ในการบันทึกผลของค่า TIC ซึ่งดูตัวเลขจากตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.2 เก็บข้อมูลค่าเก็บข้อมูลค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL)

รูปแบบ ความต้องการ	ต้นทุนการ สั่งซื้อ (C)	ต้นทุนการ จัดเก็บ (H)	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง											
			EOQ			SM			LUC			PPA		
รูปแบบที่ 1 (CON)	285	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	285	0.04	412,567	AIL	AIL	528,546	AIL	AIL	538,728	AIL	AIL	538,728	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
รูปแบบที่ 2 (SEA)	285	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	285	0.04	448,030	AIL	AIL	529,686	AIL	AIL	522,107	AIL	AIL	544,107	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
รูปแบบที่ 3 (SIT)	285	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	285	0.04	437,172	AIL	AIL	509,566	AIL	AIL	514,029	AIL	AIL	543,259	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	285	0.04	428,428	AIL	AIL	512,156	AIL	AIL	516,733	AIL	AIL	546,834	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.03	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
	583	0.04	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL
			AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL	AIL

หมายเหตุ 1 AIL หมายถึง ระดับสินค้าคงคลังสะสม (Accumulative Inventory Level)

หมายเหตุ 2 ตารางนี้จะถูกใช้ในการบันทึกผลของค่า AIL ซึ่งดูตัวเลขจากตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.3 เก็บข้อมูลจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N)

รูปแบบ ความต้องการ	ต้นทุนการ สั่งซื้อ (C)	ต้นทุนการ จัดเก็บ (H)	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง												
			EOQ			SM			LUC			PPA			
รูปแบบที่ 1 (CON)	285	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	285	0.04	110	N	N	91	N	N	90	N	N	90	N	N	
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
รูปแบบที่ 2 (SEA)	285	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	285	0.04	103	N	N	91	N	N	92	N	N	89	N	N	
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
รูปแบบที่ 3 (SIT)	285	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	285	0.04	105	N	N	92	N	N	93	N	N	88	N	N	
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	285	0.04	107	N	N	91	N	N	93	N	N	87	N	N	
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	583	0.04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

หมายเหตุ 1 N หมายถึง จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ

หมายเหตุ 2 ตารางนี้จะถูกใช้ในการบันทึกผลของค่า N ซึ่งดูตัวเลขจากตารางที่ 4.6

โดยตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 มีความสัมพันธ์กัน ดังนี้

$$TIC = C \times N + H \times AIL$$

4.2 การสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกของงานวิจัย

จากการศึกษานำร่องได้สร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกสำหรับการศึกษานำร่อง 1 ชุด ดังนั้นจึงต้องทำการสร้างค่าความต้องการของผู้ค้าปลีกเพิ่มอีก 5 ชุด เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการสร้างข้อหั่วที่ 3.4 จะได้ค่าความต้องการของทั้ง 5 ชุดดังแสดงในภาคผนวก ข. ตารางที่ ข.1 ถึง ข.20 คือ

- รูปแบบ CON ซ้ำครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 6 ดูตารางที่ ข.1 ถึง ข.5
- รูปแบบ SEA ซ้ำครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 6 ดูตารางที่ ข.6 ถึง ข.10
- รูปแบบ SIT ซ้ำครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 6 ดูตารางที่ ข.11 ถึง ข.15
- รูปแบบ SDT ซ้ำครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 6 ดูตารางที่ ข.16 ถึง ข.20

4.3 การออกแบบตารางจัดการ (Spreadsheet)

การคำนวณการควบคุมสินค้าคงคลังในงานวิจัยนี้ ใช้ตารางจัดการ (Spreadsheet) ในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) ในการคำนวณ ผู้วิจัยได้ออกแบบและเขียนสูตรลงไปนั่นเอง ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)) (ดูหัวข้อ 4.3.1)

ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) (ดูหัวข้อ 4.3.2)

ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Least Unit Cost (LUC) (ดูหัวข้อ 4.3.3)

ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) (ดูหัวข้อ 4.3.4)

4.3.1 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ))

จากรูปที่ 4.2 เป็นตารางการจัดการ (Spreadsheet) การคำนวณของวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) โดยประกอบด้วย ดังนี้

$$\text{จากสูตร } Q^* = \sqrt{\frac{2DC}{H}}$$

คอลัมน์ E ตั้งแต่ E2:E361 เป็นค่าความต้องการของลูกค้าปลีกช่วงเวลา t

เซลล์ที่ B1 คือต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้ง (C)

เซลล์ที่ B2 คือต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังคงคลัง (H)

เซลล์ที่ B4 คือผลรวมของความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้งหมด 360 วัน (D) สูตรในการคำนวณ
=SUM(E2:E361)

เซลล์ที่ B5 คือ $2DC$ สูตรในการคำนวณ =2*B4*B1

เซลล์ที่ B6 คือ $\frac{2DC}{H}$ สูตรในการคำนวณ =B5/(B2*360)

เซลล์ที่ B7 คือขนาดการสั่งซื้อในแต่ละครั้ง $\left(\sqrt{\frac{2DC}{H}}\right)$ สูตรในการคำนวณ =SQRT(B6)

เซลล์ที่ B8 คือจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N) สูตรในการคำนวณ =COUNT(F:F)

เซลล์ที่ B9 คือ ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม สูตรในการคำนวณ =SUM(H:H)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	C	285		t	Dt (CON)	Q	AIL _t ^{Start}	AIL _t ^{End}
2	H	14.4		1	1,075	3,049	3,049	1,974
3				2	865		1,974	1,109
4	SumDemand	356,106		3	1,109		1,109	0
5	2DC	202,980,420		4	1,170	3,216	3,216	2,046
6	2DC/H	14,095,863		5	1,113		2,046	933
7	Q	3,754		6	932		933	0
8	N	110		7	1,042	2,987	2,987	1,945
9	AIL	412,568		8	897		1,945	1,048
10				9	1,049		1,048	0
11				10	907	3,086	3,086	2,179
12				11	1,013		2,179	1,166
13				12	1,166		1,166	0
14				13	915	3,814	3,814	2,899
15				14	930		2,899	1,969
16				15	981		1,969	987
17				16	988		987	0

รูปที่ 4.2 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด
(Economic Order Quantity (EOQ))

4.3.2 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)

จากรูปที่ 4.3 เป็นตารางการจัดการ (Spreadsheet) การคำนวณของวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) โดยประกอบด้วย ดังนี้

คอลัมน์ E เป็นค่าความต้องการของลูกค้าปลีกช่วงเวลา t

เซลล์ที่ B1 คือต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้ง (C)

เซลล์ที่ B2 คือต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังคงคลัง (H)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	C	285	T	t	Dt (CON)	TRC(T)	TRC(T)/T	Status			AIL_i^{Start}	AIL_i^{End}
2	H	0.04	1	1	1,075	285.00	285.00	Next	Q1	3,049	3,049	1,973
3	N	91	2	2	865	319.58	159.79	Next			1,973	1,109
4	AIL	528,546	3	3	1,109	408.28	136.09	Next			1,109	0
5			4	4	1,170	548.70	137.18	Stop				
6			1	4	1,170	285.00	285.00	Next	Q2	4,257	4,257	3,087
7			2	5	1,113	329.52	164.76	Next			3,087	1,974
8			3	6	932	404.12	134.71	Next			1,974	1,042
9			4	7	1,042	529.13	132.28	Next			1,042	0
10			5	8	897	672.64	134.53	Stop				
11			1	8	897	285.00	285.00	Next	Q3	3,865	3,865	2,968
12			2	9	1,049	326.94	163.47	Next			2,968	1,920
13			3	10	907	399.49	133.16	Next			1,920	1,013
14			4	11	1,013	521.06	130.26	Next			1,013	0
15			5	12	1,166	707.63	141.53	Stop				
16			1	12	1,166	285.00	285.00	Next	Q4	3,993	3,993	2,827
17			2	13	915	321.60	160.80	Next			2,827	1,912

รูปที่ 4.3 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)

เริ่มต้นการคำนวณการสั่งซื้อวิธี Silver and Meal Heuristic (SM) ในโปรแกรม ไมโครซอฟท์เอ็กเซล กำหนดให้ค่า $T=1$ และ $t=1$ ในเซลล์ที่ C2 และ D2 ตามลำดับ เซลล์ที่ F2 คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อครั้งแรก เท่ากับ 285 อ้างอิงจากการแทนค่า $285 + 0.03 \sum_{t=1}^1 (1-1)D_1 = 285$ ส่วนเซลล์ที่ G2 คือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเฉลี่ยต่อช่วงเวลา สูตรในการคำนวณ $=F2/C2$ และเติมข้อความในเซลล์ H2 เป็น Next เนื่องจากเป็นช่วงเวลาแรกที่ทำกรคำนวณ เพื่อให้ทำการคำนวณต่อในช่วงเวลาถัดไป หลังจากการคำนวณในช่วงเวลาแรกแล้ว สูตรในโปรแกรมเอ็กเซลของช่วงเวลาถัดไป ดังนี้

เซลล์ที่ C3 สูตรในการคำนวณ $=IF(H2="Next",C2+1,1)$

เซลล์ที่ D3 สูตรในการคำนวณ $=IF(H2="Stop",D2,D2+1)$

เซลล์ที่ F3 คือต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อระยะเวลาทั้งหมดในการวางแผน

$TRC(T) = C + H \sum_{t=1}^T (t-1)D_t$ สูตรในการคำนวณ $=B1+B2*(D3-1)*E3$

เซลล์ที่ G3 คือคือต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเฉลี่ยต่อช่วงเวลา $\frac{TRC(T)}{T} =$

$\frac{C+H \sum_{t=1}^T (t-1)D_t}{T}$ สูตรในการคำนวณ $=F3/C3$

เซลล์ที่ H3 สูตรในการคำนวณ $=IF(C3=1,"Next",IF(G2=>G3,"Next","Stop"))$

เซลล์ที่ B3 คือ จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ สูตรในการคำนวณ $=COUNT(J:J)$

เซลล์ที่ B4 คือ ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม สูตรในการคำนวณ $=SUM(L:L)$

4.3.3 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Least Unit Cost (LUC)

จากรูปที่ 4.4 เป็นตารางการจัดการ (Spreadsheet) การคำนวณของวิธีการ Least Unit Cost (LUC) โดยประกอบด้วย ดังนี้

คอลัมน์ E เป็นค่าความต้องการของลูกค้าปลีกช่วงเวลา t

เซลล์ที่ B1 คือต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้ง (C)

เซลล์ที่ B2 คือต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังคงคลัง (H)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	C	285	T	t	Dt (CON)	Cumu D	H*(T-1)*D	Cumu H	TRC(T)	TRC(T)/D	Status			AIL _i ^{Start}	AIL _i ^{End}
2	H	0.04							C+Cumu H						
3	N	90	1	1	1,075	1,075	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q1	4,219	4,219	3,143
4	AIL	538,728	2	2	865	1,940	34.58	34.58	319.58	0.16	Next			3,143	2,279
5			3	3	1,109	3,049	88.69	123.28	408.28	0.13	Next			2,279	1,170
6			4	4	1,170	4,219	140.43	263.70	548.70	0.13	Next			1,170	0
7			5	5	1,113	5,332	178.09	441.79	726.79	0.14	Stop				
8			1	5	1,113	1,113	0.00	0.00	285.00	0.26	Next	Q2	3,984	3,984	2,871
9			2	6	932	2,046	37.30	37.30	322.30	0.16	Next			2,871	1,939
10			3	7	1,042	3,087	83.34	120.64	405.64	0.13	Next			1,939	897
11			4	8	897	3,984	107.64	228.28	513.28	0.13	Next			897	0
12			5	9	1,049	5,033	167.77	396.05	681.05	0.14	Stop				
13			1	9	1,049	1,049	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q3	4,135	4,135	3,086
14			2	10	907	1,955	36.28	36.28	321.28	0.16	Next			3,086	2,179
15			3	11	1,013	2,968	81.04	117.32	402.32	0.14	Next			2,179	1,166
16			4	12	1,166	4,135	139.93	257.25	542.25	0.13	Next			1,166	0
17			5	13	915	5,050	146.40	403.64	688.64	0.14	Stop				

รูปที่ 4.4 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Least Unit Cost (LUC)

เริ่มต้นการคำนวณการสั่งซื้อวิธี Least Unit Cost (LUC) ในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล กำหนดให้ค่า $T=1$ และ $t=1$ ในเซลล์ที่ C3 และ D3 ตามลำดับ และต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยในคาบเวลานั้นๆ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่อหน่วยคือ

$$\frac{TRC(T)}{\sum_{t=1}^T D_t} = \frac{C+H \sum_{t=1}^T (t-1)D_t}{\sum_{t=1}^T D_t}$$

เซลล์ที่ F3 คือความต้องการสินค้าสะสมของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลานั้น ($\sum_{t=1}^T D_t$)

สูตรในการคำนวณ =IF(D3>D2,F2+E3,E3)

เซลล์ที่ G3 คือต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังคงคลังแต่ละวันในช่วงเวลานั้น สูตรในการคำนวณ =\$B\$2*(C3-1)*E3)

เซลล์ที่ H3 คือต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังคลั่งคลั่งสะสมในช่วงเวลานั้น สูตรในการคำนวณ
 $=IF(D3>HD2,H2+G3,G3)$

เซลล์ที่ I3 คือ $TRC(T) = C + H \sum_{t=1}^T (t-1)D_t$ สูตรในการคำนวณ $=\$B\$1+H3$

เซลล์ที่ J3 คือ $\frac{TRC(T)}{\sum_{t=1}^T D_t}$ สูตรในการคำนวณ $=I3/F3$

เซลล์ที่ K3 สูตรในการคำนวณ $=IF(C3=1,"Next",IF(J2=>J3,"Next","Stop"))$

หลังจากการคำนวณในช่วงเวลาแรกแล้ว สูตรในโปรแกรมเอ็กซ์เซลของช่วงเวลาถัดไปของการคำนวณเฉพาะ T และ t ดังนี้

เซลล์ที่ C4 คือ สูตรในการคำนวณ $=IF(K3="Next",C3+1,1)$

เซลล์ที่ D4 คือ สูตรในการคำนวณ $=IF(K3="Stop",D3,D3+1)$

เซลล์ที่ B3 คือ จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ สูตรในการคำนวณ $=COUNT(M:M)$

เซลล์ที่ B4 คือ ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม สูตรในการคำนวณ $=SUM(O:O)$

4.3.4 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)

จากรูปที่ 4.5 เป็นตารางการจัดการ (Spreadsheet) การคำนวณของวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) โดยประกอบด้วย ดังนี้

คอลัมน์ E เป็นค่าความต้องการของลูกค้าปลีกช่วงเวลา t

เซลล์ที่ B1 คือต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้ง (C)

เซลล์ที่ B2 คือต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังคงคลัง (H)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	C	285	T	t	Dt (CON)	(T-1)*D	APP	Status			AIL _i ^{Start}	AIL _i ^{End}
2	H	0.04	1	1	1,075	0	0	NEXT	Q1	4,219	4,219	3,143
3	EPP	7,125	2	2	865	865	865	NEXT			3,143	2,279
4	N	90	3	3	1,109	2,217	3,082	NEXT			2,279	1,170
5	AIL	538,728	4	4	1,170	3,511	6,593	NEXT			1,170	0
6			5	5	1,113	4,452	11,045	STOP				
7			1	5	1,113	0	0	NEXT	Q2	3,984	3,984	2,871
8			2	6	932	932	932	NEXT			2,871	1,939
9			3	7	1,042	2,083	3,016	NEXT			1,939	897
10			4	8	897	2,691	5,707	NEXT			897	0
11			5	9	1,049	4,194	9,901	STOP				
12			1	9	1,049	0	0	NEXT	Q3	4,135	4,135	3,086
13			2	10	907	907	907	NEXT			3,086	2,179
14			3	11	1,013	2,026	2,933	NEXT			2,179	1,166
15			4	12	1,166	3,498	6,431	NEXT			1,166	0
16			5	13	915	3,660	10,091	STOP				
17			1	13	915	0	0	NEXT	Q4	3,814	3,814	2,899

รูปที่ 4.5 ตารางการจัดการวิธีการคำนวณของวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)

เริ่มต้นการคำนวณการสั่งซื้อวิธี Part-Period Algorithm (PPA) ในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล กำหนดให้ค่า $T=1$ และ $t=1$ ในเซลล์ที่ C2 และ D2 ตามลำดับ

เซลล์ที่ F2 สูตรในการคำนวณ $= (C2-1)*E2$

เซลล์ที่ G2 สูตรในการคำนวณ $= IF(D2>D1, G1+G2, F2)$

เซลล์ที่ H2 สูตรในการคำนวณ $= IF(G2<B5, "Next", "Stop")$

หลังจากการคำนวณในช่วงเวลาแรกแล้ว สูตรในโปรแกรมเอ็กเซลของช่วงเวลาถัดไปของการคำนวณเฉพาะ T และ t ดังนี้

เซลล์ที่ C3 สูตรในการคำนวณ $= IF(H2="Stop", 1, C2+1)$

เซลล์ที่ D3 สูตรในการคำนวณ $= IF(H2="Stop", D2, D2+1)$

เซลล์ที่ B4 คือ จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ สูตรในการคำนวณ $= COUNT(J:J)$

เซลล์ที่ B5 คือ ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม สูตรในการคำนวณ $= SUM(L:L)$

4.4 เก็บและบันทึกข้อมูล

จากการสร้างค่าความต้องการทั้ง 6 ชุดในหัวข้อที่ 4.3 และคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อและต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังโดยดูการคำนวณจากบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.5 จะได้ค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง, ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม และจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณทั้งหมดจะแสดงดังตารางที่ 4.4 ถึง 4.6

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC)

รูปแบบ ความต้องการ	ต้นทุนการ สั่งซื้อ (C)	ต้นทุนการ จัดเก็บ (H)	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง											
			EOQ			SM			LUC			PPA		
			EOQ	SM	LUC	EOQ	SM	LUC	EOQ	SM	LUC	EOQ	SM	LUC
รูปแบบที่ 1 (CON)	285	0.03	41,839	41,586	41,775	41,379	42,164	41,787	42,093	41,742	41,874	41,992	41,901	42,039
	285	0.04	42,054	41,469	41,619	41,637	41,937	41,874	41,936	41,992	41,992	41,992	41,992	41,992
	583	0.03	47,853	47,077	47,319	46,435	47,199	47,509	46,690	47,199	47,509	46,786	46,716	46,558
	583	0.04	48,442	46,644	46,744	47,069	46,842	46,839	47,256	46,839	47,256	46,786	46,716	46,558
รูปแบบที่ 2 (SEA)	285	0.03	61,803	62,182	61,495	61,746	62,208	62,242	61,976	62,003	61,634	62,611	62,003	61,941
	285	0.04	62,403	62,182	61,724	61,834	62,048	62,342	62,014	61,610	62,082	61,941	62,082	61,941
	583	0.03	70,739	71,084	70,420	70,515	70,493	71,078	70,810	70,454	70,976	70,481	70,976	70,481
	583	0.04	70,620	70,742	70,393	70,287	70,795	70,824	70,859	70,688	70,910	70,681	70,910	70,681
รูปแบบที่ 3 (SIT)	285	0.03	41,706	42,107	41,750	41,667	41,806	42,149	42,130	42,067	41,381	41,617	40,804	41,630
	285	0.04	42,032	42,343	42,041	41,674	41,635	42,174	42,108	42,166	41,666	41,724	41,630	41,630
	583	0.03	47,276	47,750	47,527	47,122	47,222	47,104	47,368	46,983	47,130	47,343	47,002	47,478
	583	0.04	47,553	47,614	48,340	47,172	47,138	47,700	47,476	47,352	47,381	47,381	47,163	47,478
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	61,771	62,228	61,972	60,084	60,711	63,163	62,794	62,870	60,399	61,347	59,991	60,399
	285	0.04	62,056	61,914	62,014	60,447	60,572	62,622	62,886	63,279	61,131	61,276	60,242	61,131
	583	0.03	70,872	71,197	70,664	70,029	70,823	71,442	71,576	71,754	69,846	70,378	70,146	69,846
	583	0.04	70,893	71,126	71,234	70,271	70,395	71,511	71,704	71,529	70,186	70,193	70,108	70,186
รูปแบบที่ 3 (SIT)	285	0.03	42,103	42,620	42,096	41,173	41,328	41,494	41,784	41,788	41,187	41,433	40,945	41,433
	285	0.04	42,091	42,362	42,076	40,979	41,389	41,154	41,779	41,583	41,799	41,292	41,432	41,583
	583	0.03	47,412	48,738	47,846	46,603	47,152	47,066	47,514	46,998	46,810	47,066	46,754	46,998
	583	0.04	48,023	48,521	47,927	46,479	46,959	47,267	47,130	47,247	46,821	46,901	46,738	46,901
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	61,698	62,609	62,417	60,214	60,612	61,779	62,556	60,670	61,820	61,642	61,667	61,667
	285	0.04	62,467	63,278	62,151	60,282	60,742	62,254	61,457	61,495	61,923	62,161	61,939	61,939
	583	0.03	70,939	71,151	71,337	69,720	69,909	70,412	71,326	70,964	69,004	69,353	69,120	69,353
	583	0.04	71,491	70,999	71,414	69,210	69,336	70,343	70,638	71,006	69,337	69,345	69,600	69,345
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	41,939	42,463	41,950	41,184	41,540	41,137	41,618	41,825	41,239	41,505	40,979	41,239
	285	0.04	42,090	42,201	41,878	41,150	41,355	41,376	41,662	41,959	41,274	41,256	41,479	41,274
	583	0.03	47,632	48,348	47,936	46,421	46,732	46,309	47,174	47,360	46,668	47,177	46,503	46,668
	583	0.04	48,122	47,325	47,015	46,688	46,741	46,810	47,088	47,323	46,721	46,934	46,914	46,934
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	61,870	62,868	62,052	59,948	60,467	59,884	61,746	62,969	61,830	61,474	60,386	61,474
	285	0.04	61,673	62,078	61,571	60,160	60,576	62,318	61,917	61,692	61,449	60,805	60,881	61,449
	583	0.03	71,100	71,746	70,414	69,059	70,293	68,604	70,545	70,868	70,540	69,058	70,574	69,078
	583	0.04	71,562	71,423	70,123	69,317	69,948	69,366	70,234	70,868	70,613	69,248	69,746	69,583

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL)

รูปแบบ ความต้องการ	ต้นทุนการ สั่งซื้อ (C)	ต้นทุนการ จัดเก็บ (H)	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง												
			EOQ	SM	LUC	PPA									
รูปแบบที่ 1 (CON)	285	0.03	530,137	543,830	524,792	597,689	623,005	600,303	588,481	580,233	575,908	692,806	681,092	688,416	
			537,299	533,747	531,046	603,305	598,791	608,890	578,798	561,855	696,744	684,207	698,291	684,207	698,291
	583	0.04	0.03	412,567	406,792	379,945	528,546	534,600	505,367	538,728	546,483	526,010	538,728	546,483	523,150
				377,419	374,208	378,682	510,591	491,727	528,335	529,716	540,153	528,394	526,660	522,697	528,394
รูปแบบที่ 2 (SEA)	285	0.03	874,680	887,329	862,869	942,141	964,802	950,487	907,588	908,723	899,856	946,748	940,454	939,617	
			875,231	867,882	869,056	930,338	931,398	934,010	902,256	912,079	901,146	945,977	942,255	937,568	937,568
	583	0.04	0.04	719,064	727,702	696,527	788,425	802,571	789,436	771,230	785,854	779,146	857,708	856,176	858,374
				716,090	704,589	729,309	797,869	809,808	798,097	778,768	794,066	751,227	848,979	854,524	863,372
รูปแบบที่ 3 (SIT)	285	0.03	525,697	529,568	498,673	657,403	652,547	646,460	625,956	615,834	623,237	638,364	646,241	638,126	
			508,056	508,928	508,365	648,130	637,334	628,496	617,294	615,098	626,539	647,860	649,801	656,159	656,159
	583	0.04	0.04	448,030	431,387	432,923	529,686	517,919	531,834	522,107	535,817	519,063	544,107	542,313	540,910
				433,565	427,985	453,244	523,803	515,812	515,249	531,405	521,172	521,894	543,272	544,957	545,693
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	873,605	869,407	860,862	992,267	993,722	993,881	978,306	965,984	987,962	963,891	956,619	969,728	
			863,683	858,931	862,273	984,945	1,008,535	1,008,150	940,842	949,620	982,163	968,881	954,268	978,106	978,106
	583	0.04	0.04	707,815	715,941	688,052	847,079	866,930	878,975	838,679	812,930	831,893	827,933	841,215	835,425
				693,766	685,022	702,305	867,692	885,362	876,045	825,830	830,650	826,263	821,861	836,593	834,471
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	538,920	518,174	519,714	640,939	655,606	649,421	613,640	623,298	623,441	641,385	649,590	633,339	
			510,021	519,069	519,021	653,478	648,126	647,403	630,791	613,646	607,055	614,306	635,398	640,051	640,051
	583	0.04	0.04	437,172	406,202	405,273	509,566	537,557	508,091	514,029	510,960	512,319	543,259	549,645	541,835
				409,691	407,891	407,293	527,839	532,723	498,175	511,917	501,367	504,299	550,647	545,535	541,441
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	871,172	862,675	856,277	957,722	932,128	944,253	971,029	977,498	914,640	972,390	966,459	986,732	
			838,500	65,535	847,389	940,577	955,895	954,336	986,873	940,877	942,124	975,834	983,764	976,362	976,362
	583	0.04	0.04	724,072	685,639	690,297	839,360	829,503	829,233	813,924	821,205	826,721	806,866	815,612	809,782
				674,162	681,844	692,230	841,174	815,177	848,247	796,634	803,989	813,208	815,191	815,396	821,780
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	533,463	512,934	514,841	660,288	662,660	658,736	617,774	624,660	621,604	633,623	632,997	634,483	
			509,988	523,199	512,415	640,182	637,493	638,200	609,732	629,122	609,284	634,795	624,698	651,123	651,123
	583	0.04	0.04	428,428	410,689	393,272	512,156	512,793	523,600	516,733	521,371	513,188	546,834	552,421	535,570
				412,183	470,611	477,110	533,085	520,150	521,870	507,445	513,333	509,617	548,150	546,337	560,101
รูปแบบที่ 4 (SDT)	583	0.03	857,462	832,432	863,540	929,424	966,176	946,738	950,487	991,251	953,292	959,112	960,857	944,019	
			936,488	844,947	847,499	969,559	950,351	948,683	960,028	956,187	976,191	831,459	958,005	960,537	960,537
	583	0.04	0.04	728,091	715,101	681,794	866,540	868,251	811,438	816,243	809,745	816,113	808,227	816,981	794,158
				695,926	721,596	747,388	814,703	888,776	845,065	793,889	809,670	803,384	812,982	810,833	806,763

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อ (N)

รูปแบบความต้องการ	ต้นทุนการสั่งซื้อ (C)	ต้นทุนการจัดเก็บ (H)	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง											
			EOQ			SM			LUC			PPA		
			91	90	91	83	81	82	86	87	86	74	74	74
รูปแบบที่ 1 (CON)	285	0.03	91	90	91	83	81	82	86	87	86	74	74	74
	285	0.04	110	112	114	91	91	92	90	90	90	90	90	90
	583	0.03	117	117	116	92	95	91	90	90	90	90	90	90
	583	0.04	61	62	62	57	57	57	60	60	60	57	59	58
รูปแบบที่ 2 (SEA)	285	0.03	62	72	73	58	58	58	60	60	60	57	58	58
	285	0.04	72	72	73	66	66	66	68	68	68	62	63	62
	583	0.03	72	73	72	66	65	66	68	67	70	63	63	62
	583	0.04	91	92	94	77	78	78	82	83	82	78	78	76
รูปแบบที่ 3 (SIT)	285	0.03	94	95	94	78	79	80	83	83	82	78	78	77
	285	0.04	103	107	106	91	93	90	92	91	92	89	90	89
	583	0.03	106	107	106	92	93	94	92	93	93	90	89	90
	583	0.04	61	62	62	52	53	52	58	58	57	54	56	53
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	62	62	63	53	52	52	59	59	58	55	56	53
	285	0.04	73	73	74	62	62	59	65	67	66	63	63	63
	583	0.03	74	75	74	61	60	61	66	66	66	64	63	63
	583	0.04	91	95	93	77	76	76	81	81	81	77	77	77
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	94	94	93	75	77	78	78	82	82	82	78	78
	285	0.04	105	114	111	92	90	91	93	95	93	88	88	88
	583	0.03	111	113	111	89	90	94	94	95	95	87	88	88
	583	0.04	61	63	63	54	56	54	56	57	57	56	56	55
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	64	64	63	55	55	55	56	57	57	56	56	56
	285	0.04	72	75	75	62	63	62	65	66	65	63	63	63
	583	0.03	75	75	75	61	63	62	66	66	66	63	63	63
	583	0.04	91	95	93	75	76	75	81	81	81	78	79	77
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	94	93	93	77	78	78	82	81	82	78	79	77
	285	0.04	107	112	113	91	92	89	93	93	93	87	88	88
	583	0.03	111	100	98	89	91	91	94	94	95	87	88	86
	583	0.04	62	65	62	55	54	54	57	57	57	55	56	55
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	55	63	62	57	55	55	56	57	57	63	65	55
	583	0.04	72	74	74	59	61	62	65	66	65	63	65	64
รูปแบบที่ 4 (SDT)	285	0.03	75	73	69	63	59	61	66	66	66	63	64	64
	583	0.04	75	73	69	63	59	61	66	66	66	63	64	64

4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

งานวิจัยนี้ทำการออกแบบการทดลองแบบเต็มรูปแบบ (Full Factorial Design) เป็นวิธีการทดลองที่ต้องทำการทดลองให้ครบทุกเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงค่าของทุกปัจจัย และวิเคราะห์ผลกระทบต่อตัวแปรตอบสนองทุกกรณี โดยมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้

ตัวแปรตาม (Dependent Variable หรือ Response Variable) คือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC)

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) จะมีทั้งหมด 4 ปัจจัย

1. ความต้องการของผู้ค้าปลีก ซึ่งประกอบด้วย 4 รูปแบบ
 - 1.1 ความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (CON)
 - 1.2 ความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล (SEA)
 - 1.3 ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (SIT)
 - 1.4 ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (SDT)
2. นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง ซึ่งประกอบด้วย 4 วิธีการ
 - 2.1 วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ))
 - 2.2 วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
 - 2.3 วิธีการ Least Unit Cost (LUC)
 - 2.4 วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)
3. ต้นทุนการสั่งซื้อ (C) ซึ่งประกอบด้วย 2 ระดับ อ้างอิงจากบทความของ Zhao และคณะ (2002)
 - 3.1 285 ดอลลาร์ต่อครั้ง
 - 3.2 583 ดอลลาร์ต่อครั้ง
4. ต้นทุนในการจัดเก็บ (H) ซึ่งประกอบด้วย 2 ระดับ อ้างอิงจากบทความของ Zhao และคณะ (2002)
 - 4.1 0.03 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน
 - 4.2 0.04 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน

จากการคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อและต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาผลกระทบของปัจจัยทั้งหมดต่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังภายใต้รูปแบบความต้องการต่างๆ โดยจะทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการหาคำตอบ ซึ่งจะช่วยให้วิเคราะห์ได้ครบทุกมุมมองมากกว่าวิธีการใช้ค่าเฉลี่ยหรือกราฟในการหาคำตอบ

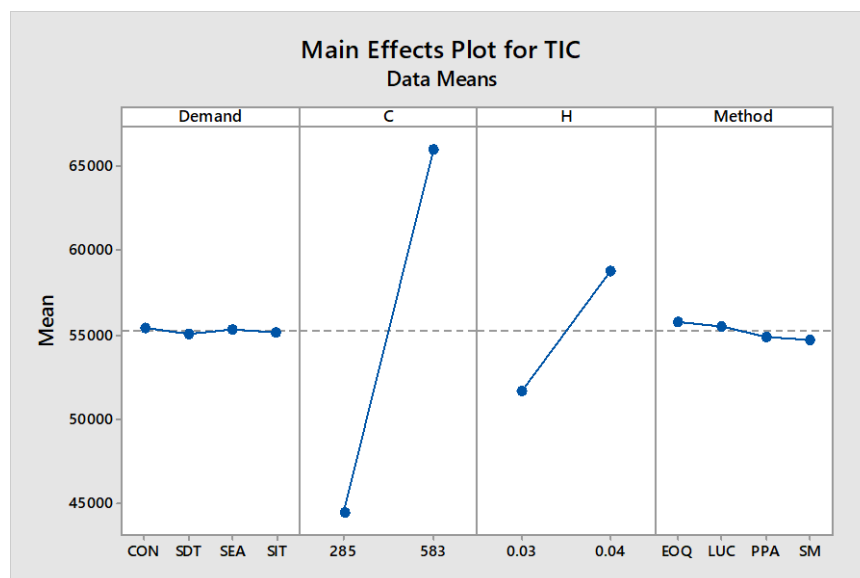
4.5.1 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบต้นทุนโดยรวม

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ($\alpha = 0.05$) ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab ผลลัพธ์จะแสดงดังรูปที่ 4.6 และ 4.7

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Demand	3	9027957	3009319	29.51	0.000
C	1	44605356593	44605356593	437421.31	0.000
H	1	4928201641	4928201641	48328.29	0.000
Method	3	70385625	23461875	230.08	0.000
Demand*C	3	1920249	640083	6.28	0.000
Demand*H	3	1673468	557823	5.47	0.001
Demand*Method	9	13722831	1524759	14.95	0.000
C*H	1	264139350	264139350	2590.28	0.000
C*Method	3	9966099	3322033	32.58	0.000
H*Method	3	2504297	834766	8.19	0.000
Demand*C*H	3	1281273	427091	4.19	0.006
Demand*C*Method	9	6042199	671355	6.58	0.000
Demand*H*Method	9	5244621	582736	5.71	0.000
C*H*Method	3	2209133	736378	7.22	0.000
Demand*C*H*Method	9	4014228	446025	4.37	0.000
Error	320	32631501	101973		
Total	383	49958321066			

รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบ General Linear Model



รูปที่ 4.7 กราฟวิเคราะห์อิทธิพลปัจจัยหลัก (Main Effect Plot)

ในงานวิจัยได้อาศัยหลักการของการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) มาช่วยวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) จากรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับค่าความแปรผันแหล่งต่าง ๆ เพื่อระบุถึงอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) หรือไม่

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังรูปที่ 4.6 และ 4.7 จะได้ว่า

1. ปัจจัยหลักทุกตัว (คือ รูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีก, นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง, ต้นทุนในการสั่งซื้อ และต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง) ส่งผลต่อค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) อย่างมีนัยสำคัญ
2. ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าและต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังจะส่งผลมากที่สุดอันดับที่ 1 และ 2 เพราะค่า F-Value เท่ากับ 437,421.31 และ 48,328.29 ตามลำดับ
3. รูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีกส่งผลต่อค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) อย่างมีนัยสำคัญ แต่ก็ถือว่ามีความกระทบน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยหลักตัวอื่น ๆ
4. อิทธิพลร่วม (Interaction Effect) ส่งผลต่อค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) อย่างมีนัยสำคัญ ไม่ว่าจะเป็นนอิทธิพลร่วม 2 ปัจจัย, 3 ปัจจัย และ 4 ปัจจัยก็ตาม แต่อิทธิพลร่วม 2 ปัจจัยของต้นทุนในการสั่งซื้อและต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (C*H) จะส่งผลมากที่สุดด้วยค่า F-Value เท่ากับ 2,590.28

จากผลลัพธ์และกราฟในการทดสอบโปรแกรม Minitab ด้วยวิธีการเปรียบเทียบ Tukey's Honesty Significant Difference (HSD) จากผลการทดสอบในรูปที่ 4.8 ส่วนรูปแบบความต้องการแต่ละรูปแบบแบ่งออกเป็นเพียง 2 กลุ่มคือกลุ่ม A และกลุ่ม B โดยกลุ่ม B ที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่ำคือ รูปแบบ SIT และรูปแบบ SDT

ส่วนนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังที่ต่ำผลการทดสอบสามารถแยกได้เป็น 4 กลุ่ม A, B, C และ D โดยวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) เป็นกลุ่มเดียวที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่ำซึ่งจัดในกลุ่มสุดท้ายหรือ D

Comparisons for TIC

Tukey Pairwise Comparisons: Demand

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Demand	N	Mean	Grouping
CON	96	55434.3	A
SEA	96	55354.7	A
SIT	96	55159.5	B
SDT	96	55047.7	B

Means that do not share a letter are significantly different.

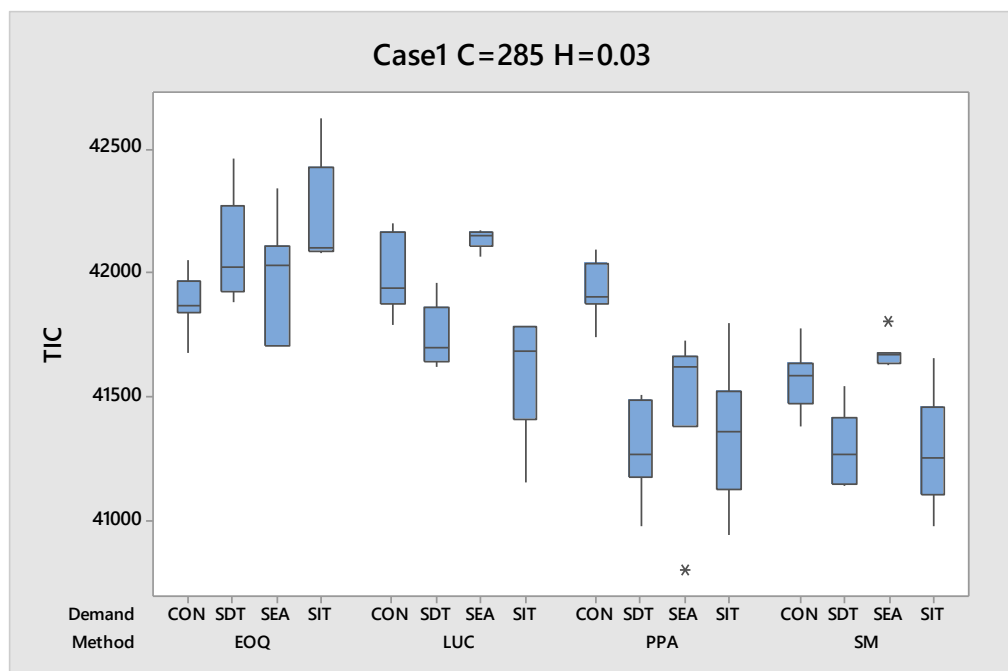
Tukey Pairwise Comparisons: Method

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

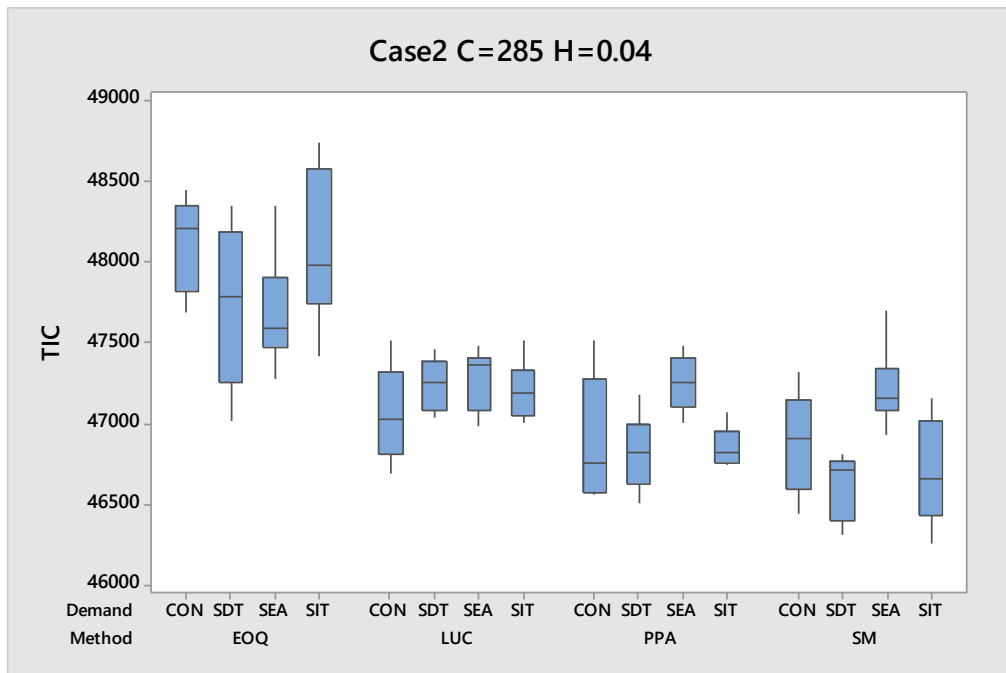
Method	N	Mean	Grouping
EOQ	96	55777.3	A
LUC	96	55548.3	B
PPA	96	54940.6	C
SM	96	54730.1	D

Means that do not share a letter are significantly different.

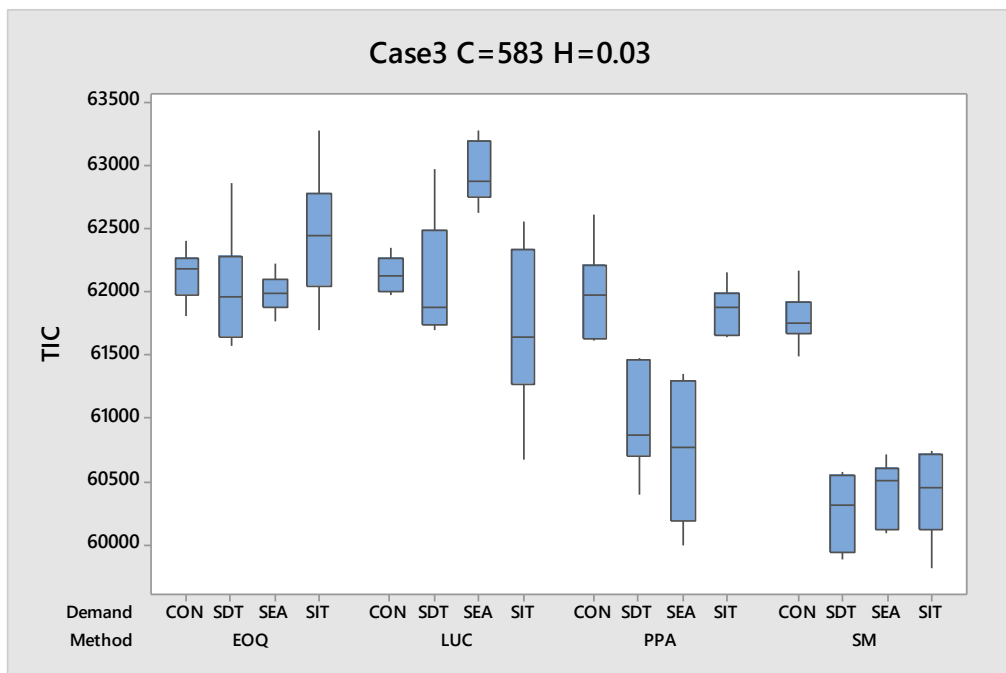
รูปที่ 4.8 ผลจากการเปรียบเทียบต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง
โดยวิธี Tukey's Honesty Significant Difference (HSD)



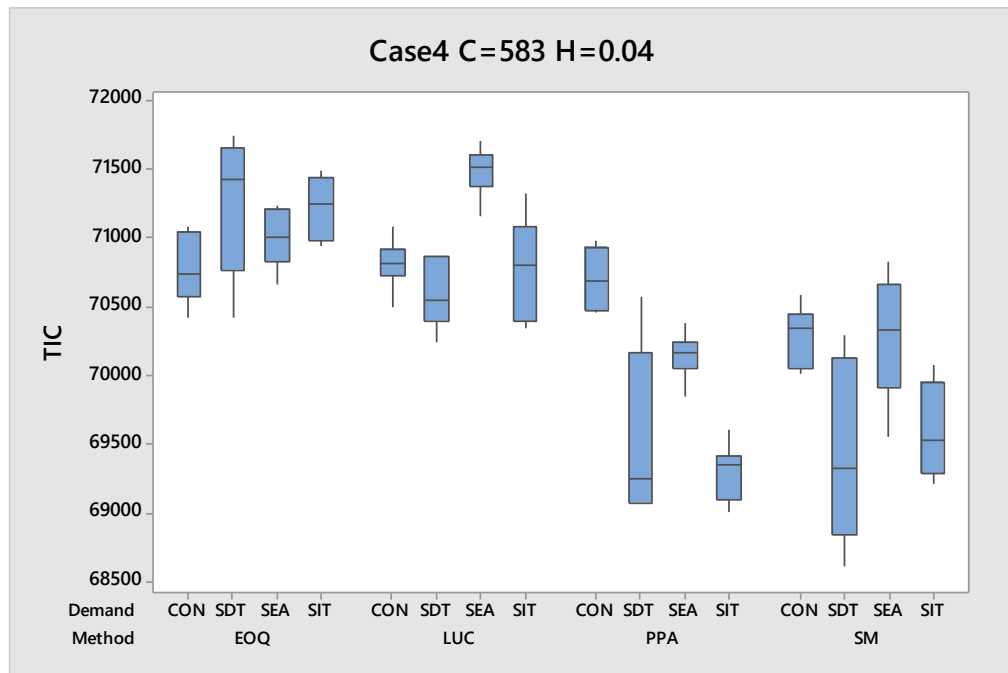
รูปที่ 4.9 กราฟ Box Plots ของ Method และ Demand Pattern
ในกรณีที่ 1 C = 285 และ H = 0.03



รูปที่ 4.10 กราฟ Box Plots ของ Method และ Demand Pattern
ในกรณีที่ 2 $C = 285$ และ $H = 0.04$



รูปที่ 4.11 กราฟ Box Plots ของ Method และ Demand Pattern
ในกรณีที่ 3 $C = 583$ และ $H = 0.03$



รูปที่ 4.12 กราฟ Box Plots ของ Method และ Demand Pattern
ในกรณีที่ 4 $C = 583$ และ $H = 0.04$

จากรูปที่ 4.9 ถึง 4.12 จะพบสิ่งที่น่าสนใจเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปรียบเทียบนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังระหว่างวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) และวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) ดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อ $C = 285$ และ $H = 0.03$

- ถ้ารูปแบบความต้องการเป็นแบบ CON จะเห็นได้ว่าวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) ดีกว่าวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)

- ถ้ารูปแบบความต้องการเป็นแบบ SEA, SIT และ SDT ดูเหมือนว่านโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังแบบวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ไม่แตกต่างกับวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)

กรณีที่ 2 เมื่อ $C = 285$ และ $H = 0.04$

- ไม่ว่าความต้องการเป็นรูปแบบใดก็ตาม ดูเหมือนว่านโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังแบบวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ไม่แตกต่างกับวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)

กรณีที่ 3 เมื่อ $C = 583$ และ $H = 0.03$

- ถ้ารูปแบบความต้องการเป็นแบบ SEA, SIT และ SDT จะเห็นว่าวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) ดีกว่าวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)

- ถ้ารูปแบบความต้องการเป็นแบบ CON ดูเหมือนว่านโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังแบบวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ไม่แตกต่างกับวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)

กรณีที่ 4 เมื่อ $C = 583$ และ $H = 0.04$

- ถ้ารูปแบบความต้องการเป็นแบบ CON จะเห็นได้ว่าวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) ดีกว่าวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) แต่ถ้ารูปแบบความต้องการเป็นแบบ SIT จะได้ว่าวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ดีกว่าวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)

- ในขณะที่รูปแบบความต้องการเป็นแบบ SDT และ SEA ดูเหมือนว่านโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังแบบวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ไม่แตกต่างกับวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)

4.5.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL)

การเปรียบเทียบค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม เพื่อหานโยบายในการควบคุมสินค้าคงคลังและรูปแบบความต้องการที่ทำให้ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสมต่ำ โดยใช้โปรแกรม Minitab วิธีการเปรียบเทียบแบบ Tukey's Honesty Significant Difference (HSD) โดยผลลัพธ์จะแสดงดังรูปที่ 4.13 ผลการทดสอบในรูปที่ 4.13 จะได้ว่ารูปแบบความต้องการที่ทำให้ระดับสินค้าคงคลังสะสมต่ำคือกลุ่ม C ซึ่งประกอบด้วยรูปแบบ CON และรูปแบบ SIT ส่วนนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่ทำให้ระดับสินค้าคงคลังสะสมต่ำคือวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) หรือกลุ่ม C

4.5.3 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (N)

การเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ เพื่อหานโยบายในการควบคุมสินค้าคงคลังและรูปแบบความต้องการที่ทำให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อน้อย โดยใช้โปรแกรม Minitab วิธีการเปรียบเทียบแบบ Tukey's Honesty Significant Difference (HSD) โดยผลลัพธ์จะแสดงดังรูปที่ 4.14 ผลการทดสอบในรูปที่ 4.14 จะได้ว่ารูปแบบความต้องการทุกรูปแบบมีจำนวนการสั่งซื้อในจำนวนที่ไม่แตกต่างกันและนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่ทำให้จำนวนการสั่งซื้อต่ำคือกลุ่ม C ซึ่งประกอบด้วยวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) และวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)

Comparisons for ALL

Tukey Pairwise Comparisons: Demand

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Demand	N	Mean	Grouping
SEA	96	717392	A
SDT	96	708268	B
SIT	96	706384	B C
CON	96	699164	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: Method

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Method	N	Mean	Grouping
PPA	96	744207	A
SM	96	738565	A
LUC	96	721055	B
EOQ	96	627380	C

Means that do not share a letter are significantly different.

รูปที่ 4.13 ผลจากการเปรียบเทียบค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม
โดยวิธี Tukey's Honesty Significant Difference (HSD)

Comparisons for N

Tukey Pairwise Comparisons: Demand

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Demand	N	Mean	Grouping
CON	96	75.5938	A
SIT	96	75.5208	A
SDT	96	75.0208	A
SEA	96	74.1250	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: Method

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Method	N	Mean	Grouping
EOQ	96	82.3333	A
LUC	96	74.8958	B
SM	96	71.7813	C
PPA	96	71.2500	C

Means that do not share a letter are significantly different.

รูปที่ 4.14 ผลจากการเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ
โดยวิธี Tukey's Honesty Significant Difference (HSD)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษา จำลอง และเปรียบเทียบผลกระทบของนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังแต่ ละนโยบายต่อประสิทธิภาพการควบคุมสินค้าคงคลังภายใต้รูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีกที่ แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยประยุกต์ใช้นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง 4 วิธีการได้แก่ 1) วิธีการสั่งซื้อ แบบประหยัด (EOQ), 2) วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM), 3) วิธีการ Least Unit Cost (LUC), และ 4) วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) และทำการเปรียบเทียบต้นทุนโดยรวมในการ ควบคุมสินค้าคงคลัง

จากการศึกษาการควบคุมสินค้าคงคลังที่เหมาะสมสำหรับความต้องการที่มีฤดูกาลและ แนวโน้มที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบโดยใช้ตารางจัดการ (Spreadsheet) ในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็ก เซล (Microsoft Excel) โดยรูปแบบที่ 1 เป็นความต้องการที่ไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (CON), รูปแบบที่ 2 เป็นความต้องการที่มีฤดูกาล แต่ไม่มีแนวโน้ม (SEA), รูปแบบที่ 3 เป็นความต้องการที่มี ฤดูกาลและแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (SIT), และรูปแบบที่ 4 เป็นความต้องการที่มีฤดูกาลและแนวโน้มที่ ลดลง (SDT) อ้างอิงจากบทความของ Zhao และคณะ (2002)

งานวิจัยนี้กำหนดให้มีหน่วยเวลาเป็น “วัน” ซึ่งศึกษา 360 วัน และทำการศึกษาทั้งหมด 6 ชุดข้อมูล โดยประยุกต์ใช้นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง 4 วิธีการได้แก่ 1) วิธีการสั่งซื้อแบบ ประหยัด (EOQ), 2) วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM), 3) วิธีการ Least Unit Cost (LUC), และ 4) วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) กำหนดในการคำนวณการควบคุมสินค้าคงคลัง ดังนี้ 1) เวลาระหว่างการสั่งซื้อจนถึงส่งมอบ มีค่าเท่ากับ 0 เพื่อลดความซับซ้อนของระบบการศึกษา) ไม่อนุญาตให้สินค้าคงคลังขาดแคลน ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการขาดแคลนสินค้า จะไม่เกิดขึ้น 3) ต้นทุน การสั่งซื้อ (C) = 285 และ 583 ดอลลาร์ต่อครั้ง และต้นทุนในการจัดเก็บ (H) = 0.03 และ 0.04 ดอลลาร์ต่อหน่วยต่อวัน อ้างอิงจากบทความของ Zhao และคณะ (2002)

โดยงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาผลกระทบของปัจจัยทั้งสิ้นสี่ คือ ความต้องการของผู้ค้าปลีก, นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง, ต้นทุนการสั่งซื้อ, ต้นทุนการจัดเก็บ ต่อต้นทุนโดยรวมในการ ควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ว่า ปัจจัยใดส่งผลกระทบต่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) มากที่สุด, ปัจจัยใดไม่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) (หรือ ส่งผลกระทบน้อย), นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังใดที่ให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ต่ำที่สุดภายใต้ความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบต่างๆ เป็นต้น ดังนั้น การวิเคราะห์ข้อมูลโดย การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment (DOE)) ซึ่งจะช่วยตอบโจทย์ที่ได้ครบทุกมุมมอง

มากกว่าวิธีการใช้ค่าเฉลี่ยหรือกราฟเพื่อหาคำตอบ โดยออกแบบการทดลองแบบเต็มรูปแบบ (Full Factorial Design) เป็นวิธีการทดลองที่จะต้องทำการทดลองให้ครบทุกเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงค่าของทุกปัจจัย และจะต้องวิเคราะห์ผลกระทบต่อตัวแปรตอบสนองทุกกรณี

โดยบทนี้จะแบ่งหัวข้อดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการใช้ตารางจัดการ (Spreadsheet) ในการคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อสินค้าและหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณคือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้า (TIC), ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม (AIL) และจำนวนครั้งในการควบคุมสินค้าคงคลัง (N) โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนเฉพาะต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้า (TIC) เพื่อหา นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่เหมาะสมกับรูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้ง 4 รูปแบบ ขั้นตอนแรก กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ($\alpha = 0.05$) ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab จะได้ผลจากวิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

1) ค่าต้นทุนในการสั่งซื้อ (C) และต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (H) ส่งผลกระทบต่อตรงกับค่าของต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ซึ่งเป็นไปตามสูตรของการหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC)

2) รูปแบบความต้องการไม่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) แม้ว่าจะเป็นความต้องการรูปแบบใดก็ตาม

3) การเลือกใช้นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังมีผลต่อค่าของต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ดังตารางที่ 5.1 โดยเรียงนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่ให้ค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังน้อยไปหามาก โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ Tukey's Honest Significant Difference (HSD) โดยผู้วิจัยต้องการหานโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังที่น้อย ซึ่งจากผลการทดสอบจะพบว่าค่าต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังค่าน้อยจะจัดในกลุ่ม D ดังนั้นจะได้ว่า วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) เป็นนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่เหมาะสมกับความต้องการของทุกรูปแบบ

ตารางที่ 5.1 ลำดับนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังต่อต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง

ลำดับ	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง	ค่าเฉลี่ย (อ้างอิงจากราย ANOVA)	หมายเหตุ
1	Silver and Meal Heuristic (SM)	54,730.10	TIC น้อยที่สุด
2	Part-Period Algorithm (PPA)	54,940.60	↓
3	Least Unit Cost (LUC)	55,548.30	
4	สั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ)	55,777.30	TIC มากที่สุด

4) การเปรียบเทียบค่าระดับสินค้าคงคลังสะสม เพื่อหานโยบายในการควบคุมสินค้าคงคลังและรูปแบบความต้องการที่ทำให้ค่าระดับสินค้าคงคลังสะสมต่ำ จะได้ว่ารูปแบบความต้องการที่ทำให้ระดับสินค้าคงคลังสะสมต่ำคือรูปแบบ CON และรูปแบบ SIT ส่วนนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่ทำให้ระดับสินค้าคงคลังสะสมต่ำคือวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ)

5) การเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ เพื่อหานโยบายในการควบคุมสินค้าคงคลังและรูปแบบความต้องการที่ทำให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อน้อย จะได้ว่ารูปแบบความต้องการทุกรูปแบบมีจำนวนการสั่งซื้อในจำนวนที่ไม่แตกต่างกันและนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่ทำให้จำนวนการสั่งซื้อต่ำคือวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) และวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)

6) ส่วนอิทธิพลร่วม (Interaction Effect) ของปัจจัยแต่ละคู่ส่งผลต่อค่าของต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง (TIC) ทุกคู่

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มเติมการเปรียบเทียบการคำนวณขนาดการสั่งซื้อวิธีการ Wagner and Whitin Algorithm (WW)
2. เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาค่าความต้องการแบบค่าคงที่ ทราบค่าที่แน่นอน (Deterministic Variable Demand) ดังนั้นการศึกษาค่าความต้องการแบบสโตแคสติกเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการทำวิจัยในอนาคต
3. การกำหนดเวลานำ (Lead time) ที่ไม่ใช่ศูนย์ เพื่อให้เหมือนกับความเป็นจริง
4. ในงานวิจัยนี้สนใจวัดในเรื่องต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเป็นหลัก ในอนาคตอาจจะเพิ่มการศึกษาในเรื่องของบลูวิฟเอฟเฟกต์ (Bullwhip Effect), ความแปรปรวนของช่วงเวลาในการสั่งซื้อและความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กึ่งกาญจน์ ผลิกะ และ นพปฎล สุวรรณทรัพย์. “การบริหารสินค้าคงคลังโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎี ABC Classification Analysis เทคนิค EOQ Model และวิธี Silver-Meal : กรณีศึกษาบริษัท XYZ”. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2559
- จรีรัตน์ อ้วนเสมอ และ โอฟาร กิตติธีรพรชัย. “การจัดการพัสดุคงคลังเคมีในอุตสาหกรรมการผลิตผ้าใบไทรคอร์ต ด้วยวิธีการกำหนดการสั่งซื้อ”. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 24 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2557
- ชุมพล ศฤงคารศิริ. การวางแผนและควบคุมการผลิต ฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2545.
- ณัฐพล พุทธิพงษ์ และ ธนัญญา วสุศรี. “การควบคุมวัสดุคงคลังในโรงงานทอ”. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 29 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2549
- ธีรวุฒิ ดำรงค์รักษ์ และ ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์. “การบริหารจัดการสินค้าคงคลังของร้านขายยา”. งานสัมมนาทางวิชาการวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการอุตสาหกรรม ครั้งที่ 1 ปี 2560
- ประสงค์ ประณีตพลกรัง และคณะ. การบริหารการผลิตและการปฏิบัติการ ฉบับปรับปรุงใหม่. กรุงเทพฯ : บริษัท ธรรมสาร จำกัด. 2547
- พิชัย สุขเจริญพงษ์. การจัดการวิศวกรรมการผลิต. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น. 2546
- พิภพ ลลิตาภรณ์. การวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น. 2556.
- ระพีพันธ์ ปิตาคะโส. การหาขนาดการผลิตที่เหมาะสม. กรุงเทพฯ : บริษัท แอคทีฟ พรินท์ จำกัด. 2555
- วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร และ ชยกฤต เจริญศิริวัฒน์. “การประยุกต์ใช้ระบบบริหารสินค้าคงคลังสำหรับวัตถุดิบที่เน่าเสียได้ : กรณีศึกษาโรงงานผลิตปลากระป๋อง”. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 19 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2554
- Alfaresa, H.K. and Turnadib, R. “Lot sizing and supplier selection with multiple items, multiple periods, quantity discounts, and backordering”. Computers & Industrial Engineering 116 (2018) 59–71

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Federgruen, A. and Tzur, M. “A simple forward algorithm to solve general dynamic lot sizing models with n periods in $O(n \log n)$ or $O(n)$ time”. *Management Science*, 37(8) (1991).
- Kabadayi, N. and Keskinurk, T. “Comparison of Periodic-review Inventory control policies in a serial supply chain”. *Alphanumeric Journal*, 3(2) (2015) 027–034
- Pujawan, N. “The effect of lot sizing rules on order variability”. *European Journal of Operational Research* 159 (2004) 617–635
- Tersine, R. *Principles of inventory and materials management*. Fourth edition. 1994.
- Zhao, X., Xie, J. and Leung, J. “The impact of forecasting model selection on the value of information sharing in a supply chain”. *European Journal of Operational Research* 142 (2002) 321–344
- Zheng, Y.S. and Chen, F. “Inventory policies with quantized ordering”. *Naval Research Logistics*, Vol. 39 (1992)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การคำนวณการหาขนาดการสั่งซื้อสินค้าคงคลัง
และต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง
กรณีศึกษา

การคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อสินค้าคงคลังและต้นทุนโดยรวมในการควบคุม สินค้าคงคลัง

กรณีศึกษา

จากบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.5 เป็นคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อสินค้าคงคลังและต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังของความต้องการของผู้ค้าปลีกรูปแบบที่ 1 (CON) ในบทที่ 3 มิได้แสดงการคำนวณแบบละเอียด ดังนั้นการคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อสินค้าคงคลังและต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังของกรณีศึกษาทั้งหมดแบบละเอียดจะแสดงในรูปที่ ก.1 ถึง ก.4

การคำนวณจำนวนการสั่งซื้อของวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) จะคำนวณหาจำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด (Q^*) เพื่อใช้ในการคำนวณหาจำนวนการสั่งซื้อแต่ละครั้ง ซึ่งงานวิจัยนี้ประยุกต์การสั่งซื้อโดยการสั่งซื้อแต่ละครั้งก่อนจะสั่งซื้อครั้งต่อไปสินค้าคงคลังเท่ากับศูนย์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการสั่งซื้อแต่ละครั้งโดยจะสั่งซื้อใกล้เคียงกับจำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด (Q^*) เพื่อให้ระดับสินค้าคงคลังแต่ละครั้งการสั่งซื้อเท่ากับศูนย์

C	285	t	Dt (CON)	Q	IL _i ^{Start}	IL _i ^{End}	t	Dt (CON)	Q	IL _i ^{Start}	IL _i ^{End}
H	14.4	1	1,075	3,049	3,049	1,974	46	980	2,962	2,962	1,982
		2	865		1,974	1,109	47	936		1,982	1,046
SumDemand	356,106	3	1,109		1,109	0	48	1,046		1,046	0
2DC	202,980,420	4	1,170	3,216	3,216	2,046	49	1,031	2,918	2,918	1,887
2DC/H	14,095,863	5	1,113		2,046	933	50	949		1,887	938
Q	3,754	6	932		933	0	51	938		938	0
N	110	7	1,042	2,987	2,987	1,945	52	1,031	3,024	3,024	1,993
AIL	412,568	8	897		1,945	1,048	53	934		1,993	1,058
		9	1,049		1,048	0	54	1,059		1,058	0
		10	907	3,086	3,086	2,179	55	969	2,958	2,958	1,989
		11	1,013		2,179	1,166	56	892		1,989	1,097
		12	1,166		1,166	0	57	1,097		1,097	0
		13	915	3,814	3,814	2,899	58	964	3,642	3,642	2,678
		14	930		2,899	1,969	59	702		2,678	1,976
		15	981		1,969	987	60	1,072		1,976	904
		16	988		987	0	61	904		904	0
		17	1,022	2978	2,978	1,956	62	1,050	3180	3,180	2,130
		18	943		1,956	1,014	63	1,063		2,130	1,067
		19	1,014		1,014	0	64	1,067		1,067	0
		20	1,047	3805	3,805	2,758	65	1,040	2976	2,976	1,936
		21	884		2,758	1,874	66	978		1,936	958
		22	925		1,874	949	67	958		958	0
		23	949		949	0	68	949	2,941	2,941	1,992
		24	1,178	3044	3,044	1,866	69	1,009		1,992	983
		25	977		1,866	889	70	984		983	0
		26	889		889	0	71	967	3759	3,759	2,792
		27	1,040	3,048	3,048	2,008	72	977		2,792	1,815
		28	913		2,008	1,095	73	990		1,815	825
		29	1,095		1,095	0	74	825		825	0
		30	1,026	3,674	3,674	2,648	75	1,037	3,145	3,145	2,108
		31	907		2,648	1,740	76	1,108		2,108	1,001
		32	845		1,740	895	77	1,001		1,001	0
		33	895		895	0	78	1,099	2957	2,957	1,858
		34	1,019	3141	3,141	2,122	79	993		1,858	866
		35	1,040		2,122	1,082	80	866		866	0
		36	1,082		1,082	0	81	986	3824	3,824	2,838
		37	999	3101	3,101	2,102	82	902		2,838	1,936
		38	1,003		2,102	1,100	83	1,053		1,936	883
		39	1,099		1,100	0	84	883		883	0
		40	1,094	3052	3,052	1,958	85	934	3141	3,141	2,207
		41	915		1,958	1,043	86	1,173		2,207	1,033
		42	1,043		1,043	0	87	1,034		1,033	0
		43	1,096	3023	3,023	1,927	88	1,043	2889	2,889	1,846
		44	1,099		1,927	827	89	990		1,846	857
		45	828		827	0	90	857		857	0

รูปที่ ก.1 การคำนวณการสั่งซื้อแบบประหยัดของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด

C	285	t	Dt (CON)	Q	IL _i ^{Start}	IL _i ^{End}	t	Dt (CON)	Q	IL _i ^{Start}	IL _i ^{End}
H	14.4	91	1,013	3,838	3,838	2,825	136	1,096	3,049	3,049	1,953
		92	934		2,825	1,891	137	927		1,953	1,026
SumDemand	356,106	93	1,003		1,891	888	138	1,026		1,026	0
2DC	202,980,420	94	888		888	0	139	1,020	3,050	3,050	2,030
2DC/H	14,095,863	95	879	3,646	3,646	2,767	140	1,077		2,030	953
Q	3,754	96	884		2,767	1,883	141	953		953	0
N	110	97	958		1,883	925	142	931	3,803	3,803	2,872
AIL	412,568	98	925		925	0	143	1,061		2,872	1,812
		99	1,046	2,960	2,960	1,914	144	1,112		1,812	700
		100	957		1,914	956	145	700		700	0
		101	957		956	0	146	1,083	3,112	3,112	2,029
		102	918	2,958	2,958	2,040	147	994		2,029	1,035
		103	976		2,040	1,064	148	1,035		1,035	0
		104	1,064		1,064	0	149	1,003	3,783	3,783	2,780
		105	1,015	2,901	2,901	1,886	150	955		2,780	1,825
		106	964		1,886	922	151	803		1,825	1,022
		107	922		922	0	152	1,022		1,022	0
		108	983	3,111	3,111	2,128	153	1,014	3,016	3,016	2,002
		109	1,153		2,128	975	154	952		2,002	1,049
		110	975		975	0	155	1,049		1,049	0
		111	1,014	3311	3,311	2,297	156	1,044	2901	2,901	1,857
		112	1,139		2,297	1,158	157	894		1,857	963
		113	1,158		1,158	0	158	963		963	0
		114	1,107	3234	3,234	2,127	159	1,106	3077	3,077	1,971
		115	1,073		2,127	1,054	160	852		1,971	1,119
		116	1,054		1,054	0	161	1,119		1,119	0
		117	1,233	3,203	3,203	1,970	162	1,020	3,811	3,811	2,791
		118	999		1,970	970	163	981		2,791	1,810
		119	971		970	0	164	950		1,810	860
		120	989	2,831	2,831	1,842	165	859		860	0
		121	944		1,842	898	166	961	2,857	2,857	1,896
		122	898		898	0	167	847		1,896	1,049
		123	1,157	3224	3,224	2,067	168	1,050		1,049	0
		124	1,061		2,067	1,006	169	1,219	3414	3,414	2,195
		125	1,006		1,006	0	170	1,243		2,195	952
		126	916	3676	3,676	2,760	171	951		952	0
		127	810		2,760	1,949	172	1,134	3262	3,262	2,128
		128	907		1,949	1,043	173	1,119		2,128	1,008
		129	1,042		1,043	0	174	1,009		1,008	0
		130	995	3220	3,220	2,225	175	1,002	3779	3,779	2,777
		131	1,125		2,225	1,100	176	993		2,777	1,784
		132	1,100		1,100	0	177	839		1,784	946
		133	1,036	2995	2,995	1,959	178	946		946	0
		134	868		1,959	1,092	179	1,117	3116	3,116	1,999
		135	1,092		1,092	0	180	1,129		1,999	869

รูปที่ ก.1 การคำนวณการสั่งซื้อแบบประหยัดของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ 1)

C	285	t	Dt (CON)	Q	IL _i ^{Start}	IL _i ^{End}	t	Dt (CON)	Q	IL _i ^{Start}	IL _i ^{End}
H	14.4	181	870		869	0	226	1,063		1,063	0
		182	1,178	3245	3,245	2,067	227	1,003	2995	2,995	1,992
SumDemand	356,106	183	967		2,067	1,100	228	966		1,992	1,027
2DC	202,980,420	184	1,100		1,100	0	229	1,026		1,027	0
2DC/H	14,095,863	185	806	2,845	2,845	2,039	230	951	3,009	3,009	2,058
Q	3,754	186	1,041		2,039	998	231	1,059		2,058	999
N	110	187	998		998	0	232	998		999	0
AIL	412,568	188	1,157	3,053	3,053	1,896	233	1,034	3,825	3,825	2,791
		189	981		1,896	914	234	939		2,791	1,852
		190	914		914	0	235	898		1,852	954
		191	1,098	3,044	3,044	1,946	236	954		954	0
		192	939		1,946	1,007	237	751	3,763	3,763	3,012
		193	1,007		1,007	0	238	1,164		3,012	1,848
		194	1,052	3,859	3,859	2,807	239	955		1,848	893
		195	939		2,807	1,868	240	893		893	0
		196	919		1,868	949	241	767	3,545	3,545	2,778
		197	950		949	0	242	857		2,778	1,921
		198	1,047	3,098	3,098	2,051	243	1,011		1,921	910
		199	1,021		2,051	1,030	244	910		910	0
		200	1,029		1,030	0	245	825	3075	3,075	2,250
		201	909	2853	2,853	1,944	246	1,084		2,250	1,166
		202	995		1,944	948	247	1,166		1,166	0
		203	949		948	0	248	988	3,517	3,517	2,529
		204	1,181	3090	3,090	1,909	249	846		2,529	1,683
		205	959		1,909	950	250	875		1,683	808
		206	949		950	0	251	808		808	0
		207	910	3,649	3,649	2,739	252	907	3,618	3,618	2,711
		208	942		2,739	1,797	253	887		2,711	1,825
		209	1,031		1,797	766	254	942		1,825	883
		210	766		766	0	255	883		883	0
		211	829	3,821	3,821	2,992	256	1,083	3,116	3,116	2,033
		212	985		2,992	2,007	257	916		2,033	1,117
		213	989		2,007	1,019	258	1,117		1,117	0
		214	1,019		1,019	0	259	1,089	3185	3,185	2,096
		215	967	2,996	2,996	2,029	260	1,110		2,096	986
		216	886		2,029	1,143	261	986		986	0
		217	1,143		1,143	0	262	1,054	2985	2,985	1,931
		218	974	3086	3,086	2,112	263	880		1,931	1,051
		219	1,056		2,112	1,055	264	1,051		1,051	0
		220	1,055		1,055	0	265	1,085	2895	2,895	1,810
		221	1,006	2929	2,929	1,923	266	940		1,810	870
		222	971		1,923	952	267	870		870	0
		223	953		952	0	268	1,009	3812	3,812	2,803
		224	982	3100	3,100	2,118	269	935		2,803	1,869
		225	1,055		2,118	1,063	270	954		1,869	915

รูปที่ ก.1 การคำนวณการสั่งซื้อแบบประหยัดของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ2)

C	285	t	Dt (CON)	Q	IL _i ^{Start}	IL _i ^{End}	t	Dt (CON)	Q	IL _i ^{Start}	IL _i ^{End}
H	14.4	271	915		915	0	316	961		961	0
		272	961	3822	3,822	2,861	317	992	2857	2,857	1,865
SumDemand	356,106	273	902		2,861	1,959	318	930		1,865	935
2DC	202,980,420	274	808		1,959	1,151	319	934		935	0
2DC/H	14,095,863	275	1,151		1,151	0	320	1,106	3,049	3,049	1,943
Q	3,754	276	1,042	3,839	3,839	2,797	321	1,050		1,943	893
N	110	277	1,017		2,797	1,780	322	894		893	0
AIL	412,568	278	821		1,780	959	323	938	3,772	3,772	2,834
		279	959		959	0	324	884		2,834	1,950
		280	973	2,973	2,973	2,000	325	1,020		1,950	930
		281	994		2,000	1,006	326	930		930	0
		282	1,006		1,006	0	327	1,080	3,828	3,828	2,748
		283	1,042	3,724	3,724	2,682	328	820		2,748	1,928
		284	814		2,682	1,868	329	884		1,928	1,044
		285	895		1,868	973	330	1,044		1,044	0
		286	973		973	0	331	871	3,022	3,022	2,151
		287	838	3,639	3,639	2,801	332	1,170		2,151	981
		288	970		2,801	1,831	333	981		981	0
		289	892		1,831	939	334	1,003	2,909	2,909	1,906
		290	939		939	0	335	772		1,906	1,134
		291	1,095	3,109	3,109	2,014	336	1,133		1,134	0
		292	897		2,014	1,117	337	1,038	3,874	3,874	2,836
		293	1,117		1,117	0	338	840		2,836	1,995
		294	1,006	3,158	3,158	2,152	339	992		1,995	1,003
		295	1,030		2,152	1,122	340	1,003		1,003	0
		296	1,122		1,122	0	341	900	3,786	3,786	2,886
		297	959	3,586	3,586	2,627	342	901		2,886	1,985
		298	984		2,627	1,643	343	1,023		1,985	962
		299	785		1,643	858	344	962		962	0
		300	858		858	0	345	1,059	3,037	3,037	1,978
		301	971	2,919	2,919	1,948	346	1,043		1,978	935
		302	898		1,948	1,050	347	935		935	0
		303	1,049		1,050	0	348	1,008	3,013	3,013	2,005
		304	1,099	3,215	3,215	2,116	349	1,009		2,005	995
		305	1,064		2,116	1,052	350	995		995	0
		306	1,052		1,052	0	351	956	3,249	3,249	2,293
		307	831	3,891	3,891	3,060	352	1,241		2,293	1,052
		308	945		3,060	2,115	353	1,052		1,052	0
		309	996		2,115	1,119	354	1,152	3,068	3,068	1,916
		310	1,118		1,119	0	355	814		1,916	1,103
		311	1,090	3,214	3,214	2,124	356	1,102		1,103	0
		312	1,155		2,124	968	357	1,035	3,032	3,032	1,997
		313	969		968	0	358	986		1,997	1,011
		314	995	2,970	2,970	1,975	359	1,011		1,011	0
		315	1,014		1,975	961	360	1,071	1,071	1,071	0

รูปที่ ก.1 การคำนวณการสั่งซื้อแบบประหยัดของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ3)

C	285	T	t	Dt (CON)	TRC(T)	TRC(T)/T	Status			IL _i Start	IL _i End
H	0.04	1	1	1,075	285.00	285.00	Next	Q1	3,049	3,049	1,973
N	91	2	2	865	319.58	159.79	Next			1,973	1,109
ALL	528,546	3	3	1,109	408.28	136.09	Next			1,109	0
		4	4	1,170	548.70	137.18	Stop				
		1	4	1,170	285.00	285.00	Next	Q2	4,257	4,257	3,087
		2	5	1,113	329.52	164.76	Next			3,087	1,974
		3	6	932	404.12	134.71	Next			1,974	1,042
		4	7	1,042	529.13	132.28	Next			1,042	0
		5	8	897	672.64	134.53	Stop				
		1	8	897	285.00	285.00	Next	Q3	3,865	3,865	2,968
		2	9	1,049	326.94	163.47	Next			2,968	1,920
		3	10	907	399.49	133.16	Next			1,920	1,013
		4	11	1,013	521.06	130.26	Next			1,013	0
		5	12	1,166	707.63	141.53	Stop				
		1	12	1,166	285.00	285.00	Next	Q4	3,993	3,993	2,827
		2	13	915	321.60	160.80	Next			2,827	1,912
		3	14	930	396.04	132.01	Next			1,912	981
		4	15	981	513.76	128.44	Next			981	0
		5	16	988	671.81	134.36	Stop				
		1	16	988	285.00	285.00	Next	Q5	3,966	3,966	2,978
		2	17	1,022	325.87	162.94	Next			2,978	1,957
		3	18	943	401.28	133.76	Next			1,957	1,014
		4	19	1,014	522.96	130.74	Next			1,014	0
		5	20	1,047	690.41	138.08	Stop				
		1	20	1,047	285.00	285.00	Next	Q6	3,805	3,805	2,758
		2	21	884	320.36	160.18	Next			2,758	1,874
		3	22	925	394.39	131.46	Next			1,874	949
		4	23	949	508.27	127.07	Next			949	0
		5	24	1,178	696.75	139.35	Stop				
		1	24	1,178	285.00	285.00	Next	Q7	4,084	4,084	2,906
		2	25	977	324.10	162.05	Next			2,906	1,928
		3	26	889	395.19	131.73	Next			1,928	1,040
		4	27	1,040	519.95	129.99	Next			1,040	0
		5	28	913	666.01	133.20	Stop				
		1	28	913	285.00	285.00	Next	Q8	3,942	3,942	3,029
		2	29	1,095	328.80	164.40	Next			3,029	1,934
		3	30	1,026	410.91	136.97	Next			1,934	907
		4	31	907	519.81	129.95	Next			907	0
		5	32	845	654.98	131.00	Stop				
		1	32	845	285.00	285.00	Next	Q9	3,800	3,800	2,955
		2	33	895	320.82	160.41	Next			2,955	2,059
		3	34	1,019	402.37	134.12	Next			2,059	1,040
		4	35	1,040	527.16	131.79	Next			1,040	0
		5	36	1,082	700.29	140.06	Stop				
		1	36	1,082	285.00	285.00	Next	Q10	4,183	4,183	3,101
		2	37	999	324.95	162.47	Next			3,101	2,102
		3	38	1,003	405.17	135.06	Next			2,102	1,099
		4	39	1,099	537.08	134.27	Next			1,099	0
		5	40	1,094	712.10	142.42	Stop				
		1	40	1,094	285.00	285.00	Next	Q11	4,148	4,148	3,055
		2	41	915	321.61	160.80	Next			3,055	2,139
		3	42	1,043	405.04	135.01	Next			2,139	1,096
		4	43	1,096	536.61	134.15	Next			1,096	0
		5	44	1,099	712.48	142.50	Stop				
		1	44	1,099	285.00	285.00	Next	Q12	3,843	3,843	2,743
		2	45	828	318.12	159.06	Next			2,743	1,916
		3	46	980	396.50	132.17	Next			1,916	936

รูปที่ ก.2 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด

C	285	T	t	Dt (CON)	TRC(T)	TRC(T)/T	Status			IL _i Start	IL _i End
H	0.04	4	47	936	508.79	127.20	Next			936	0
N	91	5	48	1,046	676.17	135.23	Stop				
ALL	528,546	1	48	1,046	285.00	285.00	Next	Q13	3,964	3,964	2,918
		2	49	1,031	326.25	163.12	Next			2,918	1,887
		3	50	949	402.14	134.05	Next			1,887	938
		4	51	938	514.73	128.68	Next			938	0
		5	52	1,031	679.74	135.95	Stop				
		1	52	1,031	285.00	285.00	Next	Q14	3,993	3,993	2,962
		2	53	934	322.38	161.19	Next			2,962	2,027
		3	54	1,059	407.07	135.69	Next			2,027	969
		4	55	969	523.32	130.83	Next			969	0
		5	56	892	666.08	133.22	Stop				
		1	56	892	285.00	285.00	Next	Q15	3,655	3,655	2,763
		2	57	1,097	328.89	164.45	Next			2,763	1,666
		3	58	964	406.03	135.34	Next			1,666	702
		4	59	702	490.21	122.55	Next			702	0
		5	60	1,072	661.76	132.35	Stop				
		1	60	1,072	285.00	285.00	Next	Q16	4,089	4,089	3,017
		2	61	904	321.18	160.59	Next			3,017	2,113
		3	62	1,050	405.18	135.06	Next			2,113	1,063
		4	63	1,063	532.70	133.18	Next			1,063	0
		5	64	1,067	703.46	140.69	Stop				
		1	64	1,067	285.00	285.00	Next	Q17	4,043	4,043	2,976
		2	65	1,040	326.61	163.30	Next			2,976	1,936
		3	66	978	404.83	134.94	Next			1,936	958
		4	67	958	519.80	129.95	Next			958	0
		5	68	949	671.67	134.33	Stop				
		1	68	949	285.00	285.00	Next	Q18	3,908	3,908	2,959
		2	69	1,009	325.34	162.67	Next			2,959	1,950
		3	70	984	404.03	134.68	Next			1,950	967
		4	71	967	520.04	130.01	Next			967	0
		5	72	977	676.38	135.28	Stop				
		1	72	977	285.00	285.00	Next	Q19	3,829	3,829	2,852
		2	73	990	324.59	162.30	Next			2,852	1,862
		3	74	825	390.62	130.21	Next			1,862	1,037
		4	75	1,037	515.02	128.76	Next			1,037	0
		5	76	1,108	692.24	138.45	Stop				
		1	76	1,108	285.00	285.00	Next	Q20	4,200	4,200	3,092
		2	77	1,001	325.04	162.52	Next			3,092	2,091
		3	78	1,099	412.93	137.64	Next			2,091	993
		4	79	993	532.06	133.01	Next			993	0
		5	80	866	670.62	134.12	Stop				
		1	80	866	285.00	285.00	Next	Q21	3,807	3,807	2,941
		2	81	986	324.45	162.23	Next			2,941	1,955
		3	82	902	396.62	132.21	Next			1,955	1,053
		4	83	1,053	522.96	130.74	Next			1,053	0
		5	84	883	664.20	132.84	Stop				
		1	84	883	285.00	285.00	Next	Q22	4,024	4,024	3,141
		2	85	934	322.36	161.18	Next			3,141	2,207
		3	86	1,173	416.24	138.75	Next			2,207	1,034
		4	87	1,034	540.30	135.08	Next			1,034	0
		5	88	1,043	707.15	141.43	Stop				
		1	88	1,043	285.00	285.00	Next	Q23	3,903	3,903	2,860
		2	89	990	324.59	162.29	Next			2,860	1,870
		3	90	857	393.13	131.04	Next			1,870	1,013
		4	91	1,013	514.72	128.68	Next			1,013	0
		5	92	934	664.09	132.82	Stop				

รูปที่ ก.2 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ 1)

C	285	T	t	Dt (CON)	TRC(T)	TRC(T)/T	Status			AIL _{Start}	AIL _{End}
H	0.04	1	92	934	285.00	285.00	Next	Q24	3,704	3,704	2,770
N	91	2	93	1,003	325.11	162.56	Next			2,770	1,767
AIL	528,546	3	94	888	396.15	132.05	Next			1,767	879
		4	95	879	501.64	125.41	Next			879	0
		5	96	884	643.11	128.62	Stop				
		1	96	884	285.00	285.00	Next	Q25	3,813	3,813	2,929
		2	97	958	323.31	161.65	Next			2,929	1,972
		3	98	925	397.33	132.44	Next			1,972	1,046
		4	99	1,046	522.88	130.72	Next			1,046	0
		5	100	957	676.07	135.21	Stop				
		1	100	957	285.00	285.00	Next	Q26	3,808	3,808	2,851
		2	101	957	323.26	161.63	Next			2,851	1,894
		3	102	918	396.73	132.24	Next			1,894	976
		4	103	976	513.83	128.46	Next			976	0
		5	104	1,064	683.99	136.80	Stop				
		1	104	1,064	285.00	285.00	Next	Q27	3,965	3,965	2,901
		2	105	1,015	325.58	162.79	Next			2,901	1,887
		3	106	964	402.74	134.25	Next			1,887	922
		4	107	922	513.40	128.35	Next			922	0
		5	108	983	670.63	134.13	Stop				
		1	108	983	285.00	285.00	Next	Q28	4,125	4,125	3,142
		2	109	1,153	331.13	165.57	Next			3,142	1,989
		3	110	975	409.13	136.38	Next			1,989	1,014
		4	111	1,014	530.76	132.69	Next			1,014	0
		5	112	1,139	713.06	142.61	Stop				
		1	112	1,139	285.00	285.00	Next	Q29	4,478	4,478	3,339
		2	113	1,158	331.34	165.67	Next			3,339	2,180
		3	114	1,107	419.87	139.96	Next			2,180	1,073
		4	115	1,073	548.68	137.17	Next			1,073	0
		5	116	1,054	717.37	143.47	Stop				
		1	116	1,054	285.00	285.00	Next	Q30	4,258	4,258	3,203
		2	117	1,233	334.34	167.17	Next			3,203	1,970
		3	118	999	414.28	138.09	Next			1,970	971
		4	119	971	530.76	132.69	Next			971	0
		5	120	989	688.92	137.78	Stop				
		1	120	989	285.00	285.00	Next	Q31	2,831	2,831	1,843
		2	121	944	322.78	161.39	Next			1,843	898
		3	122	898	394.65	131.55	Next			898	0
		4	123	1,157	533.50	133.37	Stop				
		1	123	1,157	285.00	285.00	Next	Q32	4,140	4,140	2,983
		2	124	1,061	327.42	163.71	Next			2,983	1,922
		3	125	1,006	407.91	135.97	Next			1,922	916
		4	126	916	517.85	129.46	Next			916	0
		5	127	810	647.53	129.51	Stop				
		1	127	810	285.00	285.00	Next	Q33	3,755	3,755	2,944
		2	128	907	321.26	160.63	Next			2,944	2,038
		3	129	1,042	404.66	134.89	Next			2,038	995
		4	130	995	524.08	131.02	Next			995	0
		5	131	1,125	704.07	140.81	Stop				
		1	131	1,125	285.00	285.00	Next	Q34	4,128	4,128	3,003
		2	132	1,100	329.00	164.50	Next			3,003	1,903
		3	133	1,036	411.86	137.29	Next			1,903	868
		4	134	868	515.97	128.99	Next			868	0
		5	135	1,092	690.64	138.13	Stop				
		1	135	1,092	285.00	285.00	Next	Q35	4,141	4,141	3,049
		2	136	1,096	328.85	164.43	Next			3,049	1,953

รูปที่ ก.2 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ2)

C	285	T	t	Dt (CON)	TRC(T)	TRC(T)/T	Status			IL ₁ Start	IL ₁ End
H	0.04	3	137	927	402.98	134.33	Next			1,953	1,026
N	91	4	138	1,026	526.09	131.52	Next			1,026	0
All	528,546	5	139	1,020	689.30	137.86	Stop				
		1	139	1,020	285.00	285.00	Next	Q36	3,980	3,980	2,960
		2	140	1,077	328.07	164.03	Next			2,960	1,883
		3	141	953	404.29	134.76	Next			1,883	931
		4	142	931	515.95	128.99	Next			931	0
		5	143	1,061	685.66	137.13	Stop				
		1	143	1,061	285.00	285.00	Next	Q37	2,873	2,873	1,812
		2	144	1,112	329.48	164.74	Next			1,812	700
		3	145	700	385.47	128.49	Next			700	0
		4	146	1,083	515.49	128.87	Stop				
		1	146	1,083	285.00	285.00	Next	Q38	4,115	4,115	3,032
		2	147	994	324.75	162.38	Next			3,032	2,038
		3	148	1,035	407.56	135.85	Next			2,038	1,003
		4	149	1,003	527.87	131.97	Next			1,003	0
		5	150	955	680.70	136.14	Stop				
		1	150	955	285.00	285.00	Next	Q39	3,794	3,794	2,839
		2	151	803	317.11	158.56	Next			2,839	2,036
		3	152	1,022	398.86	132.95	Next			2,036	1,014
		4	153	1,014	520.60	130.15	Next			1,014	0
		5	154	952	672.99	134.60	Stop				
		1	154	952	285.00	285.00	Next	Q40	3,939	3,939	2,987
		2	155	1,049	326.95	163.48	Next			2,987	1,938
		3	156	1,044	410.47	136.82	Next			1,938	894
		4	157	894	517.74	129.43	Next			894	0
		5	158	963	671.77	134.35	Stop				
		1	158	963	285.00	285.00	Next	Q41	2,920	2,920	1,958
		2	159	1,106	329.22	164.61	Next			1,958	852
		3	160	852	397.40	132.47	Next			852	0
		4	161	1,119	531.68	132.92	Stop				
		1	161	1,119	285.00	285.00	Next	Q42	4,070	4,070	2,951
		2	162	1,020	325.80	162.90	Next			2,951	1,931
		3	163	981	404.28	134.76	Next			1,931	950
		4	164	950	518.33	129.58	Next			950	0
		5	165	859	655.79	131.16	Stop				
		1	165	859	285.00	285.00	Next	Q43	3,717	3,717	2,857
		2	166	961	323.43	161.71	Next			2,857	1,897
		3	167	847	391.20	130.40	Next			1,897	1,050
		4	168	1,050	517.15	129.29	Next			1,050	0
		5	169	1,219	712.25	142.45	Stop				
		1	169	1,219	285.00	285.00	Next	Q44	4,548	4,548	3,329
		2	170	1,243	334.73	167.36	Next			3,329	2,086
		3	171	951	410.81	136.94	Next			2,086	1,134
		4	172	1,134	546.95	136.74	Next			1,134	0
		5	173	1,119	726.00	145.20	Stop				
		1	173	1,119	285.00	285.00	Next	Q45	4,123	4,123	3,004
		2	174	1,009	325.36	162.68	Next			3,004	1,995
		3	175	1,002	405.49	135.16	Next			1,995	993
		4	176	993	524.65	131.16	Next			993	0
		5	177	839	658.82	131.76	Stop				
		1	177	839	285.00	285.00	Next	Q46	4,031	4,031	3,193
		2	178	946	322.84	161.42	Next			3,193	2,247
		3	179	1,117	412.23	137.41	Next			2,247	1,129
		4	180	1,129	547.76	136.94	Next			1,129	0

รูปที่ ก.2 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ3)

C	285	T	t	Dt (CON)	TRC(T)	TRC(T)/T	Status			AIL _{Start}	AIL _{End}
H	0.04	1	181	870	285.00	285.00	Next	Q47	4,921	4,921	4,051
N	91	2	182	1,178	332.12	166.06	Next			4,051	2,873
AIL	528,546	3	183	967	409.50	136.50	Next			2,873	1,906
		4	184	1,100	541.49	135.37	Next			1,906	806
		5	185	806	670.50	134.10	Next			806	0
		6	186	1,041	878.65	146.44	Stop				
		1	186	1,041	285.00	285.00	Next	Q48	4,178	4,178	3,137
		2	187	998	324.93	162.46	Next			3,137	2,139
		3	188	1,157	417.51	139.17	Next			2,139	981
		4	189	981	535.28	133.82	Next			981	0
		5	190	914	681.57	136.31	Stop				
		1	190	914	285.00	285.00	Next	Q49	3,959	3,959	3,044
		2	191	1,098	328.90	164.45	Next			3,044	1,947
		3	192	939	404.04	134.68	Next			1,947	1,007
		4	193	1,007	524.93	131.23	Next			1,007	0
		5	194	1,052	693.26	138.65	Stop				
		1	194	1,052	285.00	285.00	Next	Q50	3,859	3,859	2,807
		2	195	939	322.56	161.28	Next			2,807	1,868
		3	196	919	396.05	132.02	Next			1,868	950
		4	197	950	510.01	127.50	Next			950	0
		5	198	1,047	677.59	135.52	Stop				
		1	198	1,047	285.00	285.00	Next	Q51	4,007	4,007	2,959
		2	199	1,021	325.84	162.92	Next			2,959	1,938
		3	200	1,029	408.19	136.06	Next			1,938	909
		4	201	909	517.28	129.32	Next			909	0
		5	202	995	676.54	135.31	Stop				
		1	202	995	285.00	285.00	Next	Q52	4,084	4,084	3,089
		2	203	949	322.94	161.47	Next			3,089	2,140
		3	204	1,181	417.44	139.15	Next			2,140	959
		4	205	959	532.54	133.13	Next			959	0
		5	206	949	684.41	136.88	Stop				
		1	206	949	285.00	285.00	Next	Q53	4,598	4,598	3,649
		2	207	910	321.41	160.70	Next			3,649	2,739
		3	208	942	396.75	132.25	Next			2,739	1,797
		4	209	1,031	520.45	130.11	Next			1,797	766
		5	210	766	643.00	128.60	Next			766	0
		6	211	829	808.75	134.79	Stop				
		1	211	829	285.00	285.00	Next	Q54	3,821	3,821	2,992
		2	212	985	324.39	162.20	Next			2,992	2,007
		3	213	989	403.48	134.49	Next			2,007	1,019
		4	214	1,019	525.74	131.44	Next			1,019	0
		5	215	967	680.47	136.09	Stop				
		1	215	967	285.00	285.00	Next	Q55	3,970	3,970	3,003
		2	216	886	320.43	160.21	Next			3,003	2,118
		3	217	1,143	411.89	137.30	Next			2,118	974
		4	218	974	528.80	132.20	Next			974	0
		5	219	1,056	697.83	139.57	Stop				
		1	219	1,056	285.00	285.00	Next	Q56	4,088	4,088	3,031
		2	220	1,055	327.19	163.60	Next			3,031	1,977
		3	221	1,006	407.65	135.88	Next			1,977	971
		4	222	971	524.15	131.04	Next			971	0
		5	223	953	676.56	135.31	Stop				
		1	223	953	285.00	285.00	Next	Q57	4,052	4,052	3,100
		2	224	982	324.27	162.13	Next			3,100	2,118
		3	225	1,055	408.69	136.23	Next			2,118	1,063
		4	226	1,063	536.22	134.06	Next			1,063	0

รูปที่ ก.2 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ4)

C	285	T	t	Dt (CON)	TRC(T)	TRC(T)/T	Status			IL ₁ Start	IL ₁ End
H	0.04	5	227	1,003	696.66	139.33	Stop				
N	91	1	227	1,003	285.00	285.00	Next	Q58	3,946	3,946	2,943
AIL	528,546	2	228	966	323.63	161.81	Next			2,943	1,977
		3	229	1,026	405.72	135.24	Next			1,977	951
		4	230	951	519.88	129.97	Next			951	0
		5	231	1,059	689.32	137.86	Stop				
		1	231	1,059	285.00	285.00	Next	Q59	4,030	4,030	2,971
		2	232	998	324.94	162.47	Next			2,971	1,973
		3	233	1,034	407.67	135.89	Next			1,973	939
		4	234	939	520.31	130.08	Next			939	0
		5	235	898	664.01	132.80	Stop				
		1	235	898	285.00	285.00	Next	Q60	2,603	2,603	1,705
		2	236	954	323.15	161.58	Next			1,705	751
		3	237	751	383.24	127.75	Next			751	0
		4	238	1,164	522.91	130.73	Stop				
		1	238	1,164	285.00	285.00	Next	Q61	3,779	3,779	2,615
		2	239	955	323.19	161.59	Next			2,615	1,660
		3	240	893	394.66	131.55	Next			1,660	767
		4	241	767	486.70	121.68	Next			767	0
		5	242	857	623.77	124.75	Stop				
		1	242	857	285.00	285.00	Next	Q62	3,603	3,603	2,746
		2	243	1,011	325.45	162.73	Next			2,746	1,735
		3	244	910	398.28	132.76	Next			1,735	825
		4	245	825	497.23	124.31	Next			825	0
		5	246	1,084	670.73	134.15	Stop				
		1	246	1,084	285.00	285.00	Next	Q63	4,084	4,084	3,000
		2	247	1,166	331.66	165.83	Next			3,000	1,834
		3	248	988	410.66	136.89	Next			1,834	846
		4	249	846	512.19	128.05	Next			846	0
		5	250	875	652.24	130.45	Stop				
		1	250	875	285.00	285.00	Next	Q64	3,476	3,476	2,601
		2	251	808	317.30	158.65	Next			2,601	1,793
		3	252	907	389.83	129.94	Next			1,793	887
		4	253	887	496.24	124.06	Next			887	0
		5	254	942	646.89	129.38	Stop				
		1	254	942	285.00	285.00	Next	Q65	3,823	3,823	2,882
		2	255	883	320.31	160.15	Next			2,882	1,999
		3	256	1,083	406.93	135.64	Next			1,999	916
		4	257	916	516.88	129.22	Next			916	0
		5	258	1,117	695.56	139.11	Stop				
		1	258	1,117	285.00	285.00	Next	Q66	4,302	4,302	3,185
		2	259	1,089	328.55	164.27	Next			3,185	2,096
		3	260	1,110	417.35	139.12	Next			2,096	986
		4	261	986	535.69	133.92	Next			986	0
		5	262	1,054	704.32	140.86	Stop				
		1	262	1,054	285.00	285.00	Next	Q67	4,070	4,070	3,016
		2	263	880	320.21	160.10	Next			3,016	2,136
		3	264	1,051	404.26	134.75	Next			2,136	1,085
		4	265	1,085	534.48	133.62	Next			1,085	0
		5	266	940	684.86	136.97	Stop				
		1	266	940	285.00	285.00	Next	Q68	3,753	3,753	2,813
		2	267	870	319.78	159.89	Next			2,813	1,943
		3	268	1,009	400.47	133.49	Next			1,943	935
		4	269	935	512.63	128.16	Next			935	0
		5	270	954	665.27	133.05	Stop				
		1	270	954	285.00	285.00	Next	Q69	3,732	3,732	2,778

รูปที่ ก.2 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ5)

C	285	T	t	Dt (CON)	TRC(T)	TRC(T)/T	Status			IL ₁ Start	IL ₁ End
H	0.04	2	271	915	321.60	160.80	Next			2,778	1,863
N	91	3	272	961	398.45	132.82	Next			1,863	902
AIL	528,546	4	273	902	506.72	126.68	Next			902	0
		5	274	808	636.02	127.20	Stop				
		1	274	808	285.00	285.00	Next	Q70	4,839	4,839	4,031
		2	275	1,151	331.06	165.53	Next			4,031	2,880
		3	276	1,042	414.39	138.13	Next			2,880	1,838
		4	277	1,017	536.42	134.11	Next			1,838	821
		5	278	821	667.82	133.56	Next			821	0
		6	279	959	859.60	143.27	Stop				
		1	279	959	285.00	285.00	Next	Q71	3,931	3,931	2,973
		2	280	973	323.91	161.96	Next			2,973	2,000
		3	281	994	403.45	134.48	Next			2,000	1,006
		4	282	1,006	524.11	131.03	Next			1,006	0
		5	283	1,042	690.78	138.16	Stop				
		1	283	1,042	285.00	285.00	Next	Q72	3,724	3,724	2,682
		2	284	814	317.56	158.78	Next			2,682	1,868
		3	285	895	389.18	129.73	Next			1,868	973
		4	286	973	505.95	126.49	Next			973	0
		5	287	838	639.99	128.00	Stop				
		1	287	838	285.00	285.00	Next	Q73	3,639	3,639	2,802
		2	288	970	323.82	161.91	Next			2,802	1,831
		3	289	892	395.19	131.73	Next			1,831	939
		4	290	939	507.88	126.97	Next			939	0
		5	291	1,095	683.08	136.62	Stop				
		1	291	1,095	285.00	285.00	Next	Q74	4,115	4,115	3,020
		2	292	897	320.88	160.44	Next			3,020	2,123
		3	293	1,117	410.25	136.75	Next			2,123	1,006
		4	294	1,006	531.00	132.75	Next			1,006	0
		5	295	1,030	695.80	139.16	Stop				
		1	295	1,030	285.00	285.00	Next	Q75	4,880	4,880	3,850
		2	296	1,122	329.88	164.94	Next			3,850	2,728
		3	297	959	406.60	135.53	Next			2,728	1,769
		4	298	984	524.68	131.17	Next			1,769	785
		5	299	785	650.28	130.06	Next			785	0
		6	300	858	821.95	136.99	Stop				
		1	300	858	285.00	285.00	Next	Q76	3,777	3,777	2,919
		2	301	971	323.84	161.92	Next			2,919	1,948
		3	302	898	395.70	131.90	Next			1,948	1,049
		4	303	1,049	521.62	130.41	Next			1,049	0
		5	304	1,099	697.52	139.50	Stop				
		1	304	1,099	285.00	285.00	Next	Q77	4,047	4,047	2,947
		2	305	1,064	327.56	163.78	Next			2,947	1,883
		3	306	1,052	411.73	137.24	Next			1,883	831
		4	307	831	511.47	127.87	Next			831	0
		5	308	945	662.70	132.54	Stop				
		1	308	945	285.00	285.00	Next	Q78	4,150	4,150	3,205
		2	309	996	324.83	162.42	Next			3,205	2,209
		3	310	1,118	414.31	138.10	Next			2,209	1,090
		4	311	1,090	545.16	136.29	Next			1,090	0
		5	312	1,155	729.97	145.99	Stop				
		1	312	1,155	285.00	285.00	Next	Q79	4,133	4,133	2,978
		2	313	969	323.76	161.88	Next			2,978	2,009
		3	314	995	403.35	134.45	Next			2,009	1,014
		4	315	1,014	525.05	131.26	Next			1,014	0
		5	316	961	678.83	135.77	Stop				

รูปที่ ก.2 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ6)

C	285	T	t	Dt (CON)	TRC(T)	TRC(T)/T	Status			IL ₁ Start	IL ₁ End
H	0.04	1	316	961	285.00	285.00	Next	Q80	3,818	3,818	2,857
N	91	2	317	992	324.68	162.34	Next			2,857	1,864
AIL	528,546	3	318	930	399.08	133.03	Next			1,864	934
		4	319	934	511.22	127.80	Next			934	0
		5	320	1,106	688.12	137.62	Stop				
		1	320	1,106	285.00	285.00	Next	Q81	3,988	3,988	2,882
		2	321	1,050	327.00	163.50	Next			2,882	1,832
		3	322	894	398.49	132.83	Next			1,832	938
		4	323	938	511.11	127.78	Next			938	0
		5	324	884	652.54	130.51	Stop				
		1	324	884	285.00	285.00	Next	Q82	4,733	4,733	3,849
		2	325	1,020	325.79	162.90	Next			3,849	2,829
		3	326	930	400.16	133.39	Next			2,829	1,900
		4	327	1,080	529.80	132.45	Next			1,900	820
		5	328	820	660.92	132.18	Next			820	0
		6	329	884	837.69	139.62	Stop				
		1	329	884	285.00	285.00	Next	Q83	2,799	2,799	1,915
		2	330	1,044	326.76	163.38	Next			1,915	871
		3	331	871	396.45	132.15	Next			871	0
		4	332	1,170	536.81	134.20	Stop				
		1	332	1,170	285.00	285.00	Next	Q84	3,926	3,926	2,756
		2	333	981	324.25	162.13	Next			2,756	1,775
		3	334	1,003	404.48	134.83	Next			1,775	772
		4	335	772	497.16	124.29	Next			772	0
		5	336	1,133	678.50	135.70	Stop				
		1	336	1,133	285.00	285.00	Next	Q85	4,004	4,004	2,871
		2	337	1,038	326.54	163.27	Next			2,871	1,832
		3	338	840	393.77	131.26	Next			1,832	992
		4	339	992	512.78	128.20	Next			992	0
		5	340	1,003	673.33	134.67	Stop				
		1	340	1,003	285.00	285.00	Next	Q86	3,827	3,827	2,824
		2	341	900	320.99	160.49	Next			2,824	1,924
		3	342	901	393.05	131.02	Next			1,924	1,023
		4	343	1,023	515.83	128.96	Next			1,023	0
		5	344	962	669.76	133.95	Stop				
		1	344	962	285.00	285.00	Next	Q87	3,999	3,999	3,037
		2	345	1,059	327.36	163.68	Next			3,037	1,978
		3	346	1,043	410.80	136.93	Next			1,978	935
		4	347	935	523.03	130.76	Next			935	0
		5	348	1,008	684.35	136.87	Stop				
		1	348	1,008	285.00	285.00	Next	Q88	3,969	3,969	2,961
		2	349	1,009	325.38	162.69	Next			2,961	1,951
		3	350	995	405.00	135.00	Next			1,951	956
		4	351	956	519.75	129.94	Next			956	0
		5	352	1,241	718.27	143.65	Stop				
		1	352	1,241	285.00	285.00	Next	Q89	4,258	4,258	3,018
		2	353	1,052	327.09	163.54	Next			3,018	1,965
		3	354	1,152	419.24	139.75	Next			1,965	814
		4	355	814	516.87	129.22	Next			814	0
		5	356	1,102	693.19	138.64	Stop				
		1	356	1,102	285.00	285.00	Next	Q90	4,134	4,134	3,032
		2	357	1,035	326.39	163.20	Next			3,032	1,997
		3	358	986	405.25	135.08	Next			1,997	1,011
		4	359	1,011	526.60	131.65	Next			1,011	0
		5	360	1,071	697.92	139.58	Stop				
		1	360	1,071	285.00	285.00	Next	Q91	1,071	1,071	0

รูปที่ ก.2 การคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ7)

C	285	T	t	Dt (CON)	Cumu D	H*(T-1)*D	Cumu H	TRC(T)	TRC(T)/D	Status			Start IL _i	End IL _i
H	0.04							C+Cumu H						
N	90													
AIL	538,728													
		1	1	1,075	1,075	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q1	4,219	4,219	3,143
		2	2	865	1,940	34.58	34.58	319.58	0.16	Next			3,143	2,279
		3	3	1,109	3,049	88.69	123.28	408.28	0.13	Next			2,279	1,170
		4	4	1,170	4,219	140.43	263.70	548.70	0.13	Next			1,170	0
		5	5	1,113	5,332	178.09	441.79	726.79	0.14	Stop				
		1	5	1,113	1,113	0.00	0.00	285.00	0.26	Next	Q2	3,984	3,984	2,871
		2	6	932	2,046	37.30	37.30	322.30	0.16	Next			2,871	1,939
		3	7	1,042	3,087	83.34	120.64	405.64	0.13	Next			1,939	897
		4	8	897	3,984	107.64	228.28	513.28	0.13	Next			897	0
		5	9	1,049	5,033	167.77	396.05	681.05	0.14	Stop				
		1	9	1,049	1,049	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q3	4,135	4,135	3,086
		2	10	907	1,955	36.28	36.28	321.28	0.16	Next			3,086	2,179
		3	11	1,013	2,968	81.04	117.32	402.32	0.14	Next			2,179	1,166
		4	12	1,166	4,135	139.93	257.25	542.25	0.13	Next			1,166	0
		5	13	915	5,050	146.40	403.64	688.64	0.14	Stop				
		1	13	915	915	0.00	0.00	285.00	0.31	Next	Q4	3,814	3,814	2,899
		2	14	930	1,845	37.22	37.22	322.22	0.17	Next			2,899	1,969
		3	15	981	2,827	78.48	115.70	400.70	0.14	Next			1,969	988
		4	16	988	3,814	118.53	234.23	519.23	0.14	Next			988	0
		5	17	1,022	4,836	163.48	397.72	682.72	0.14	Stop				
		1	17	1,022	1,022	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q5	4,025	4,025	3,003
		2	18	943	1,964	37.70	37.70	322.70	0.16	Next			3,003	2,061
		3	19	1,014	2,978	81.12	118.83	403.83	0.14	Next			2,061	1,047
		4	20	1,047	4,025	125.59	244.42	529.42	0.13	Next			1,047	0
		5	21	884	4,909	141.44	385.86	670.86	0.14	Stop				
		1	21	884	884	0.00	0.00	285.00	0.32	Next	Q6	3,936	3,936	3,052
		2	22	925	1,809	37.01	37.01	322.01	0.18	Next			3,052	2,127
		3	23	949	2,758	75.92	112.93	397.93	0.14	Next			2,127	1,178
		4	24	1,178	3,936	141.36	254.29	539.29	0.14	Next			1,178	0
		5	25	977	4,914	156.40	410.69	695.69	0.14	Stop				
		1	25	977	977	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q7	3,819	3,819	2,841
		2	26	889	1,866	35.54	35.54	320.54	0.17	Next			2,841	1,953
		3	27	1,040	2,906	83.17	118.72	403.72	0.14	Next			1,953	913
		4	28	913	3,819	109.55	228.26	513.26	0.13	Next			913	0
		5	29	1,095	4,914	175.20	403.46	688.46	0.14	Stop				
		1	29	1,095	1,095	0.00	0.00	285.00	0.26	Next	Q8	3,874	3,874	2,779
		2	30	1,026	2,121	41.05	41.05	326.05	0.15	Next			2,779	1,752
		3	31	907	3,029	72.60	113.65	398.65	0.13	Next			1,752	845
		4	32	845	3,874	101.38	215.03	500.03	0.13	Next			845	0
		5	33	895	4,769	143.26	358.30	643.30	0.13	Stop				
		1	33	895	895	0.00	0.00	285.00	0.32	Next	Q9	4,037	4,037	3,141
		2	34	1,019	1,915	40.78	40.78	325.78	0.17	Next			3,141	2,122
		3	35	1,040	2,955	83.19	123.97	408.97	0.14	Next			2,122	1,082
		4	36	1,082	4,037	129.84	253.82	538.82	0.13	Next			1,082	0
		5	37	999	5,036	159.80	413.61	698.61	0.14	Stop				
		1	37	999	999	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q10	4,195	4,195	3,196
		2	38	1,003	2,001	40.11	40.11	325.11	0.16	Next			3,196	2,193
		3	39	1,099	3,101	87.94	128.05	413.05	0.13	Next			2,193	1,094
		4	40	1,094	4,195	131.27	259.32	544.32	0.13	Next			1,094	0
		5	41	915	5,110	146.43	405.75	690.75	0.14	Stop				
		1	41	915	915	0.00	0.00	285.00	0.31	Next	Q11	4,154	4,154	3,239
		2	42	1,043	1,958	41.72	41.72	326.72	0.17	Next			3,239	2,196
		3	43	1,096	3,055	87.71	129.43	414.43	0.14	Next			2,196	1,099
		4	44	1,099	4,154	131.91	261.33	546.33	0.13	Next			1,099	0
		5	45	828	4,982	132.46	393.79	678.79	0.14	Stop				
		1	45	828	828	0.00	0.00	285.00	0.34	Next	Q12	3,790	3,790	2,962
		2	46	980	1,808	39.19	39.19	324.19	0.18	Next			2,962	1,982

รูปที่ ก.3 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC) ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด

C	285	T	t	Dt (CON)	Cumu D	H*(T-1)*D	Cumu H	TRC(T)	TRC(T)/D	Status			Start IL _i	End IL _i
H	0.04							C+Cumu H						
N	90	3	47	936	2,743	74.86	114.05	399.05	0.15	Next			1,982	1,046
AIL	538,728	4	48	1,046	3,790	125.54	239.59	524.59	0.14	Next			1,046	0
		5	49	1,031	4,821	165.00	404.58	689.58	0.14	Stop				
		1	49	1,031	1,031	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q13	3,949	3,949	2,918
		2	50	949	1,980	37.95	37.95	322.95	0.16	Next			2,918	1,970
		3	51	938	2,918	75.06	113.00	398.00	0.14	Next			1,970	1,031
		4	52	1,031	3,949	123.76	236.76	521.76	0.13	Next			1,031	0
		5	53	934	4,884	149.52	386.28	671.28	0.14	Stop				
		1	53	934	934	0.00	0.00	285.00	0.30	Next	Q14	3,854	3,854	2,920
		2	54	1,059	1,993	42.35	42.35	327.35	0.16	Next			2,920	1,861
		3	55	969	2,962	77.50	119.84	404.84	0.14	Next			1,861	892
		4	56	892	3,854	107.08	226.92	511.92	0.13	Next			892	0
		5	57	1,097	4,951	175.57	402.49	687.49	0.14	Stop				
		1	57	1,097	1,097	0.00	0.00	285.00	0.26	Next	Q15	3,835	3,835	2,738
		2	58	964	2,061	38.57	38.57	323.57	0.16	Next			2,738	1,774
		3	59	702	2,763	56.12	94.69	379.69	0.14	Next			1,774	1,072
		4	60	1,072	3,835	128.66	223.35	508.35	0.13	Next			1,072	0
		5	61	904	4,740	144.70	368.05	653.05	0.14	Stop				
		1	61	904	904	0.00	0.00	285.00	0.32	Next	Q16	4,084	4,084	3,180
		2	62	1,050	1,954	42.00	42.00	327.00	0.17	Next			3,180	2,130
		3	63	1,063	3,017	85.01	127.02	412.02	0.14	Next			2,130	1,067
		4	64	1,067	4,084	128.07	255.09	540.09	0.13	Next			1,067	0
		5	65	1,040	5,125	166.43	421.52	706.52	0.14	Stop				
		1	65	1,040	1,040	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q17	3,925	3,925	2,885
		2	66	978	2,018	39.11	39.11	324.11	0.16	Next			2,885	1,907
		3	67	958	2,976	76.65	115.76	400.76	0.13	Next			1,907	949
		4	68	949	3,925	113.90	229.66	514.66	0.13	Next			949	0
		5	69	1,009	4,934	161.38	391.04	676.04	0.14	Stop				
		1	69	1,009	1,009	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q18	3,936	3,936	2,927
		2	70	984	1,992	39.34	39.34	324.34	0.16	Next			2,927	1,944
		3	71	967	2,959	77.34	116.69	401.69	0.14	Next			1,944	977
		4	72	977	3,936	117.25	233.93	518.93	0.13	Next			977	0
		5	73	990	4,926	158.36	392.30	677.30	0.14	Stop				
		1	73	990	990	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q19	3,959	3,959	2,970
		2	74	825	1,815	33.02	33.02	318.02	0.18	Next			2,970	2,144
		3	75	1,037	2,852	82.93	115.95	400.95	0.14	Next			2,144	1,108
		4	76	1,108	3,959	132.91	248.86	533.86	0.13	Next			1,108	0
		5	77	1,001	4,961	160.18	409.04	694.04	0.14	Stop				
		1	77	1,001	1,001	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q20	3,958	3,958	2,957
		2	78	1,099	2,100	43.94	43.94	328.94	0.16	Next			2,957	1,859
		3	79	993	3,092	79.42	123.36	408.36	0.13	Next			1,859	866
		4	80	866	3,958	103.92	227.29	512.29	0.13	Next			866	0
		5	81	986	4,945	157.81	385.10	670.10	0.14	Stop				
		1	81	986	986	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q21	3,824	3,824	2,838
		2	82	902	1,888	36.08	36.08	321.08	0.17	Next			2,838	1,936
		3	83	1,053	2,941	84.23	120.31	405.31	0.14	Next			1,936	883
		4	84	883	3,824	105.93	226.24	511.24	0.13	Next			883	0
		5	85	934	4,758	149.46	375.70	660.70	0.14	Stop				
		1	85	934	934	0.00	0.00	285.00	0.31	Next	Q22	4,184	4,184	3,250
		2	86	1,173	2,108	46.94	46.94	331.94	0.16	Next			3,250	2,077
		3	87	1,034	3,141	82.71	129.64	414.64	0.13	Next			2,077	1,043
		4	88	1,043	4,184	125.14	254.79	539.79	0.13	Next			1,043	0
		5	89	990	5,174	158.34	413.13	698.13	0.13	Stop				
		1	89	990	990	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q23	3,793	3,793	2,804
		2	90	857	1,846	34.27	34.27	319.27	0.17	Next			2,804	1,947
		3	91	1,013	2,860	81.06	115.33	400.33	0.14	Next			1,947	934

รูปที่ ก.3 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ 1)

C	285	T	t	Dt (CON)	Cumu D	H*(T-1)*D	Cumu H	TRC(T)	TRC(T)/D	Status			Start IL _i	End IL _i
H	0.04							C+Cumu H						
N	90	4	92	934	3,793	112.03	227.36	512.36	0.14	Next			934	0
AIL	538,728	5	93	1,003	4,796	160.45	387.81	672.81	0.14	Stop				
		1	93	1,003	1,003	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q24	3,654	3,654	2,651
		2	94	888	1,891	35.52	35.52	320.52	0.17	Next			2,651	1,763
		3	95	879	2,770	70.33	105.85	390.85	0.14	Next			1,763	884
		4	96	884	3,654	106.10	211.95	496.95	0.14	Next			884	0
		5	97	958	4,612	153.23	365.18	650.18	0.14	Stop				
		1	97	958	958	0.00	0.00	285.00	0.30	Next	Q25	3,887	3,887	2,929
		2	98	925	1,883	37.01	37.01	322.01	0.17	Next			2,929	2,004
		3	99	1,046	2,929	83.70	120.71	405.71	0.14	Next			2,004	957
		4	100	957	3,887	114.89	235.60	520.60	0.13	Next			957	0
		5	101	957	4,843	153.04	388.65	673.65	0.14	Stop				
		1	101	957	957	0.00	0.00	285.00	0.30	Next	Q26	3,914	3,914	2,958
		2	102	918	1,875	36.73	36.73	321.73	0.17	Next			2,958	2,039
		3	103	976	2,851	78.07	114.80	399.80	0.14	Next			2,039	1,064
		4	104	1,064	3,914	127.62	242.42	527.42	0.13	Next			1,064	0
		5	105	1,015	4,929	162.34	404.76	689.76	0.14	Stop				
		1	105	1,015	1,015	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q27	3,884	3,884	2,869
		2	106	964	1,979	38.58	38.58	323.58	0.16	Next			2,869	1,905
		3	107	922	2,901	73.77	112.35	397.35	0.14	Next			1,905	983
		4	108	983	3,884	117.93	230.28	515.28	0.13	Next			983	0
		5	109	1,153	5,037	184.53	414.81	699.81	0.14	Stop				
		1	109	1,153	1,153	0.00	0.00	285.00	0.25	Next	Q28	4,281	4,281	3,128
		2	110	975	2,128	39.00	39.00	324.00	0.15	Next			3,128	2,153
		3	111	1,014	3,142	81.08	120.08	405.08	0.13	Next			2,153	1,139
		4	112	1,139	4,281	136.73	256.81	541.81	0.13	Next			1,139	0
		5	113	1,158	5,440	185.35	442.16	727.16	0.13	Stop				
		1	113	1,158	1,158	0.00	0.00	285.00	0.25	Next	Q29	4,393	4,393	3,234
		2	114	1,107	2,265	44.27	44.27	329.27	0.15	Next			3,234	2,128
		3	115	1,073	3,339	85.88	130.14	415.14	0.12	Next			2,128	1,054
		4	116	1,054	4,393	126.51	256.65	541.65	0.12	Next			1,054	0
		5	117	1,233	5,626	197.35	454.00	739.00	0.13	Stop				
		1	117	1,233	1,233	0.00	0.00	285.00	0.23	Next	Q30	4,192	4,192	2,958
		2	118	999	2,233	39.97	39.97	324.97	0.15	Next			2,958	1,959
		3	119	971	3,203	77.65	117.62	402.62	0.13	Next			1,959	989
		4	120	989	4,192	118.62	236.25	521.25	0.12	Next			989	0
		5	121	944	5,136	151.11	387.35	672.35	0.13	Stop				
		1	121	944	944	0.00	0.00	285.00	0.30	Next	Q31	4,060	4,060	3,116
		2	122	898	1,843	35.93	35.93	320.93	0.17	Next			3,116	2,218
		3	123	1,157	3,000	92.57	128.50	413.50	0.14	Next			2,218	1,061
		4	124	1,061	4,060	127.27	255.77	540.77	0.13	Next			1,061	0
		5	125	1,006	5,067	160.98	416.75	701.75	0.14	Stop				
		1	125	1,006	1,006	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q32	3,639	3,639	2,633
		2	126	916	1,922	36.65	36.65	321.65	0.17	Next			2,633	1,717
		3	127	810	2,733	64.84	101.48	386.48	0.14	Next			1,717	907
		4	128	907	3,639	108.79	210.28	495.28	0.14	Next			907	0
		5	129	1,042	4,682	166.79	377.06	662.06	0.14	Stop				
		1	129	1,042	1,042	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q33	4,263	4,263	3,220
		2	130	995	2,038	39.81	39.81	324.81	0.16	Next			3,220	2,225
		3	131	1,125	3,163	90.00	129.81	414.81	0.13	Next			2,225	1,100
		4	132	1,100	4,263	132.01	261.81	546.81	0.13	Next			1,100	0
		5	133	1,036	5,298	165.71	427.52	712.52	0.13	Stop				
		1	133	1,036	1,036	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q34	4,091	4,091	3,056
		2	134	868	1,903	34.71	34.71	319.71	0.17	Next			3,056	2,188
		3	135	1,092	2,995	87.33	122.04	407.04	0.14	Next			2,188	1,096
		4	136	1,096	4,091	131.56	253.60	538.60	0.13	Next			1,096	0

รูปที่ ก.3 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ2)

C	285	T	t	Dt (CON)	Cumu D	H*(T-1)*D	Cumu H	TRC(T)	TRC(T)/D	Status			Start IL _i	End IL _i
H	0.04							C+Cumu H						
N	90													
AIL	538,728													
		1	137	927	927	0.00	0.00	285.00	0.31	Next	Q35	4,049	4,049	3,123
		2	138	1,026	1,953	41.04	41.04	326.04	0.17	Next			3,123	2,097
		3	139	1,020	2,973	81.61	122.64	407.64	0.14	Next			2,097	1,077
		4	140	1,077	4,049	129.21	251.85	536.85	0.13	Next			1,077	0
		5	141	953	5,002	152.44	404.29	689.29	0.14	Stop				
		1	141	953	953	0.00	0.00	285.00	0.30	Next	Q36	4,056	4,056	3,103
		2	142	931	1,883	37.22	37.22	322.22	0.17	Next			3,103	2,173
		3	143	1,061	2,944	84.85	122.07	407.07	0.14	Next			2,173	1,112
		4	144	1,112	4,056	133.44	255.52	540.52	0.13	Next			1,112	0
		5	145	700	4,756	111.97	367.49	652.49	0.14	Stop				
		1	145	700	700	0.00	0.00	285.00	0.41	Next	Q37	3,812	3,812	3,112
		2	146	1,083	1,783	43.34	43.34	328.34	0.18	Next			3,112	2,029
		3	147	994	2,777	79.51	122.85	407.85	0.15	Next			2,029	1,035
		4	148	1,035	3,812	124.20	247.05	532.05	0.14	Next			1,035	0
		5	149	1,003	4,815	160.42	407.47	692.47	0.14	Stop				
		1	149	1,003	1,003	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q38	3,783	3,783	2,780
		2	150	955	1,958	38.21	38.21	323.21	0.17	Next			2,780	1,825
		3	151	803	2,761	64.23	102.44	387.44	0.14	Next			1,825	1,022
		4	152	1,022	3,783	122.62	225.06	510.06	0.13	Next			1,022	0
		5	153	1,014	4,797	162.31	387.37	672.37	0.14	Stop				
		1	153	1,014	1,014	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q39	4,060	4,060	3,045
		2	154	952	1,967	38.10	38.10	323.10	0.16	Next			3,045	2,093
		3	155	1,049	3,016	83.91	122.00	407.00	0.13	Next			2,093	1,044
		4	156	1,044	4,060	125.27	247.28	532.28	0.13	Next			1,044	0
		5	157	894	4,954	143.02	390.30	675.30	0.14	Stop				
		1	157	894	894	0.00	0.00	285.00	0.32	Next	Q40	3,814	3,814	2,920
		2	158	963	1,857	38.51	38.51	323.51	0.17	Next			2,920	1,958
		3	159	1,106	2,962	88.45	126.96	411.96	0.14	Next			1,958	852
		4	160	852	3,814	102.26	229.22	514.22	0.13	Next			852	0
		5	161	1,119	4,933	179.04	408.25	693.25	0.14	Stop				
		1	161	1,119	1,119	0.00	0.00	285.00	0.25	Next	Q41	4,070	4,070	2,951
		2	162	1,020	2,139	40.80	40.80	325.80	0.15	Next			2,951	1,931
		3	163	981	3,120	78.48	119.28	404.28	0.13	Next			1,931	950
		4	164	950	4,070	114.05	233.33	518.33	0.13	Next			950	0
		5	165	859	4,930	137.46	370.79	655.79	0.13	Stop				
		1	165	859	859	0.00	0.00	285.00	0.33	Next	Q42	3,717	3,717	2,857
		2	166	961	1,820	38.43	38.43	323.43	0.18	Next			2,857	1,897
		3	167	847	2,667	67.78	106.20	391.20	0.15	Next			1,897	1,050
		4	168	1,050	3,717	125.95	232.15	517.15	0.14	Next			1,050	0
		5	169	1,219	4,936	195.10	427.25	712.25	0.14	Stop				
		1	169	1,219	1,219	0.00	0.00	285.00	0.23	Next	Q43	4,548	4,548	3,329
		2	170	1,243	2,462	49.73	49.73	334.73	0.14	Next			3,329	2,086
		3	171	951	3,414	76.09	125.81	410.81	0.12	Next			2,086	1,134
		4	172	1,134	4,548	136.14	261.95	546.95	0.12	Next			1,134	0
		5	173	1,119	5,667	179.05	441.00	726.00	0.13	Stop				
		1	173	1,119	1,119	0.00	0.00	285.00	0.25	Next	Q44	4,123	4,123	3,004
		2	174	1,009	2,128	40.36	40.36	325.36	0.15	Next			3,004	1,995
		3	175	1,002	3,130	80.14	120.49	405.49	0.13	Next			1,995	993
		4	176	993	4,123	119.15	239.65	524.65	0.13	Next			993	0
		5	177	839	4,961	134.18	373.82	658.82	0.13	Stop				
		1	177	839	839	0.00	0.00	285.00	0.34	Next	Q45	4,031	4,031	3,193
		2	178	946	1,785	37.84	37.84	322.84	0.18	Next			3,193	2,247
		3	179	1,117	2,902	89.39	127.23	412.23	0.14	Next			2,247	1,129
		4	180	1,129	4,031	135.52	262.76	547.76	0.14	Next			1,129	0
		5	181	870	4,901	139.13	401.89	686.89	0.14	Stop				
		1	181	870	870	0.00	0.00	285.00	0.33	Next	Q46	4,115	4,115	3,245

รูปที่ ก.3 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC)
 ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ3)

C	285	T	t	Dt (CON)	Cumu D	H*(T-1)*D	Cumu H	TRC(T)	TRC(T)/D	Status			Start IL _i	End IL _i
H	0.04							C+Cumu H						
N	90													
AIL	538,728													
		4	184	1,100	4,115	131.99	256.49	541.49	0.13	Next			1,100	0
		5	185	806	4,921	129.01	385.50	670.50	0.14	Stop				
		1	185	806	806	0.00	0.00	285.00	0.35	Next	Q47	4,003	4,003	3,196
		2	186	1,041	1,847	41.63	41.63	326.63	0.18	Next			3,196	2,155
		3	187	998	2,845	79.86	121.49	406.49	0.14	Next			2,155	1,157
		4	188	1,157	4,003	138.87	260.35	545.35	0.14	Next			1,157	0
		5	189	981	4,984	157.03	417.39	702.39	0.14	Stop				
		1	189	981	981	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q48	3,933	3,933	2,951
		2	190	914	1,896	36.57	36.57	321.57	0.17	Next			2,951	2,037
		3	191	1,098	2,993	87.81	124.38	409.38	0.14	Next			2,037	939
		4	192	939	3,933	112.70	237.09	522.09	0.13	Next			939	0
		5	193	1,007	4,940	161.18	398.27	683.27	0.14	Stop				
		1	193	1,007	1,007	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q49	3,917	3,917	2,910
		2	194	1,052	2,059	42.08	42.08	327.08	0.16	Next			2,910	1,858
		3	195	939	2,998	75.12	117.20	402.20	0.13	Next			1,858	919
		4	196	919	3,917	110.24	227.44	512.44	0.13	Next			919	0
		5	197	950	4,867	151.94	379.38	664.38	0.14	Stop				
		1	197	950	950	0.00	0.00	285.00	0.30	Next	Q50	4,047	4,047	3,098
		2	198	1,047	1,997	41.89	41.89	326.89	0.16	Next			3,098	2,050
		3	199	1,021	3,018	81.68	123.57	408.57	0.14	Next			2,050	1,029
		4	200	1,029	4,047	123.52	247.09	532.09	0.13	Next			1,029	0
		5	201	909	4,956	145.46	392.55	677.55	0.14	Stop				
		1	201	909	909	0.00	0.00	285.00	0.31	Next	Q51	4,034	4,034	3,125
		2	202	995	1,905	39.82	39.82	324.82	0.17	Next			3,125	2,130
		3	203	949	2,853	75.89	115.70	400.70	0.14	Next			2,130	1,181
		4	204	1,181	4,034	141.75	257.45	542.45	0.13	Next			1,181	0
		5	205	959	4,993	153.46	410.91	695.91	0.14	Stop				
		1	205	959	959	0.00	0.00	285.00	0.30	Next	Q52	3,760	3,760	2,801
		2	206	949	1,908	37.97	37.97	322.97	0.17	Next			2,801	1,852
		3	207	910	2,819	72.82	110.79	395.79	0.14	Next			1,852	942
		4	208	942	3,760	113.02	223.80	508.80	0.14	Next			942	0
		5	209	1,031	4,791	164.93	388.74	673.74	0.14	Stop				
		1	209	1,031	1,031	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q53	3,610	3,610	2,580
		2	210	766	1,797	30.64	30.64	315.64	0.18	Next			2,580	1,814
		3	211	829	2,625	66.30	96.94	381.94	0.15	Next			1,814	985
		4	212	985	3,610	118.18	215.12	500.12	0.14	Next			985	0
		5	213	989	4,599	158.16	373.28	658.28	0.14	Stop				
		1	213	989	989	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q54	3,860	3,860	2,872
		2	214	1,019	2,007	40.76	40.76	325.76	0.16	Next			2,872	1,853
		3	215	967	2,974	77.36	118.12	403.12	0.14	Next			1,853	886
		4	216	886	3,860	106.28	224.40	509.40	0.13	Next			886	0
		5	217	1,143	5,003	182.91	407.32	692.32	0.14	Stop				
		1	217	1,143	1,143	0.00	0.00	285.00	0.25	Next	Q55	4,229	4,229	3,086
		2	218	974	2,118	38.97	38.97	323.97	0.15	Next			3,086	2,111
		3	219	1,056	3,174	84.52	123.49	408.49	0.13	Next			2,111	1,055
		4	220	1,055	4,229	126.57	250.06	535.06	0.13	Next			1,055	0
		5	221	1,006	5,234	160.91	410.97	695.97	0.13	Stop				
		1	221	1,006	1,006	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q56	3,911	3,911	2,905
		2	222	971	1,977	38.83	38.83	323.83	0.16	Next			2,905	1,934
		3	223	953	2,929	76.21	115.04	400.04	0.14	Next			1,934	982
		4	224	982	3,911	117.80	232.84	517.84	0.13	Next			982	0
		5	225	1,055	4,966	168.84	401.69	686.69	0.14	Stop				
		1	225	1,055	1,055	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q57	4,087	4,087	3,031

รูปที่ ก.3 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC)
 ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ4)

C	285	T	t	Dt (CON)	Cumu D	H*(T-1)*D	Cumu H	TRC(T)	TRC(T)/D	Status			Start IL _i	End IL _i
H	0.04							C+Cumu H						
N	90													
AIL	538,728													
		2	226	1,063	2,118	42.51	42.51	327.51	0.15	Next			3,031	1,968
		3	227	1,003	3,121	80.22	122.73	407.73	0.13	Next			1,968	966
		4	228	966	4,087	115.89	238.62	523.62	0.13	Next			966	0
		5	229	1,026	5,113	164.18	402.80	687.80	0.13	Stop				
		1	229	1,026	1,026	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q58	4,035	4,035	3,009
		2	230	951	1,977	38.05	38.05	323.05	0.16	Next			3,009	2,057
		3	231	1,059	3,036	84.72	122.77	407.77	0.13	Next			2,057	998
		4	232	998	4,035	119.81	242.59	527.59	0.13	Next			998	0
		5	233	1,034	5,069	165.47	408.06	693.06	0.14	Stop				
		1	233	1,034	1,034	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q59	3,825	3,825	2,791
		2	234	939	1,973	37.55	37.55	322.55	0.16	Next			2,791	1,852
		3	235	898	2,871	71.85	109.40	394.40	0.14	Next			1,852	954
		4	236	954	3,825	114.46	223.86	508.86	0.13	Next			954	0
		5	237	751	4,576	120.17	344.03	629.03	0.14	Stop				
		1	237	751	751	0.00	0.00	285.00	0.38	Next	Q60	3,763	3,763	3,012
		2	238	1,164	1,915	46.56	46.56	331.56	0.17	Next			3,012	1,848
		3	239	955	2,870	76.37	122.93	407.93	0.14	Next			1,848	893
		4	240	893	3,763	107.21	230.14	515.14	0.14	Next			893	0
		5	241	767	4,530	122.72	352.86	637.86	0.14	Stop				
		1	241	767	767	0.00	0.00	285.00	0.37	Next	Q61	3,545	3,545	2,778
		2	242	857	1,624	34.27	34.27	319.27	0.20	Next			2,778	1,922
		3	243	1,011	2,635	80.90	115.17	400.17	0.15	Next			1,922	910
		4	244	910	3,545	109.24	224.42	509.42	0.14	Next			910	0
		5	245	825	4,370	131.93	356.34	641.34	0.15	Stop				
		1	245	825	825	0.00	0.00	285.00	0.35	Next	Q62	4,063	4,063	3,238
		2	246	1,084	1,909	43.38	43.38	328.38	0.17	Next			3,238	2,154
		3	247	1,166	3,075	93.31	136.69	421.69	0.14	Next			2,154	988
		4	248	988	4,063	118.50	255.19	540.19	0.13	Next			988	0
		5	249	846	4,909	135.38	390.57	675.57	0.14	Stop				
		1	249	846	846	0.00	0.00	285.00	0.34	Next	Q63	3,436	3,436	2,589
		2	250	875	1,721	35.01	35.01	320.01	0.19	Next			2,589	1,714
		3	251	808	2,529	64.61	99.62	384.62	0.15	Next			1,714	907
		4	252	907	3,436	108.78	208.40	493.40	0.14	Next			907	0
		5	253	887	4,322	141.89	350.29	635.29	0.15	Stop				
		1	253	887	887	0.00	0.00	285.00	0.32	Next	Q64	3,794	3,794	2,907
		2	254	942	1,828	37.66	37.66	322.66	0.18	Next			2,907	1,965
		3	255	883	2,711	70.61	108.28	393.28	0.15	Next			1,965	1,083
		4	256	1,083	3,794	129.94	238.21	523.21	0.14	Next			1,083	0
		5	257	916	4,710	146.60	384.81	669.81	0.14	Stop				
		1	257	916	916	0.00	0.00	285.00	0.31	Next	Q65	4,232	4,232	3,315
		2	258	1,117	2,033	44.67	44.67	329.67	0.16	Next			3,315	2,199
		3	259	1,089	3,122	87.09	131.76	416.76	0.13	Next			2,199	1,110
		4	260	1,110	4,232	133.21	264.97	549.97	0.13	Next			1,110	0
		5	261	986	5,218	157.78	422.75	707.75	0.14	Stop				
		1	261	986	986	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q66	3,971	3,971	2,985
		2	262	1,054	2,040	42.16	42.16	327.16	0.16	Next			2,985	1,931
		3	263	880	2,920	70.41	112.57	397.57	0.14	Next			1,931	1,051
		4	264	1,051	3,971	126.08	238.65	523.65	0.13	Next			1,051	0
		5	265	1,085	5,056	173.63	412.28	697.28	0.14	Stop				
		1	265	1,085	1,085	0.00	0.00	285.00	0.26	Next	Q67	3,903	3,903	2,818
		2	266	940	2,025	37.60	37.60	322.60	0.16	Next			2,818	1,878
		3	267	870	2,895	69.56	107.16	392.16	0.14	Next			1,878	1,009
		4	268	1,009	3,903	121.03	228.19	513.19	0.13	Next			1,009	0
		5	269	935	4,838	149.54	377.73	662.73	0.14	Stop				
		1	269	935	935	0.00	0.00	285.00	0.30	Next	Q68	3,764	3,764	2,830
		2	270	954	1,889	38.16	38.16	323.16	0.17	Next			2,830	1,876

รูปที่ ก.3 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC)
ของความถี่การรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ5)

C	285	T	t	Dt (CON)	Cumu D	H*(T-1)*D	Cumu H	TRC(T)	TRC(T)/D	Status			Start IL _i	End IL _i
								C+Cumu H						
H	0.04													
N	90	3	271	915	2,804	73.21	111.37	396.37	0.14	Next			1,876	961
AIL	538,728	4	272	961	3,764	115.27	226.64	511.64	0.14	Next			961	0
		5	273	902	4,667	144.36	371.00	656.00	0.14	Stop				
		1	273	902	902	0.00	0.00	285.00	0.32	Next	Q69	3,903	3,903	3,001
		2	274	808	1,710	32.33	32.33	317.33	0.19	Next			3,001	2,193
		3	275	1,151	2,862	92.11	124.44	409.44	0.14	Next			2,193	1,042
		4	276	1,042	3,903	125.00	249.43	534.43	0.14	Next			1,042	0
		5	277	1,017	4,920	162.71	412.15	697.15	0.14	Stop				
		1	277	1,017	1,017	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q70	3,770	3,770	2,753
		2	278	821	1,838	32.85	32.85	317.85	0.17	Next			2,753	1,932
		3	279	959	2,797	76.71	109.56	394.56	0.14	Next			1,932	973
		4	280	973	3,770	116.73	226.29	511.29	0.14	Next			973	0
		5	281	994	4,764	159.08	385.37	670.37	0.14	Stop				
		1	281	994	994	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q71	3,855	3,855	2,861
		2	282	1,006	2,000	40.22	40.22	325.22	0.16	Next			2,861	1,856
		3	283	1,042	3,041	83.33	123.55	408.55	0.13	Next			1,856	814
		4	284	814	3,855	97.69	221.24	506.24	0.13	Next			814	0
		5	285	895	4,751	143.23	364.47	649.47	0.14	Stop				
		1	285	895	895	0.00	0.00	285.00	0.32	Next	Q72	3,676	3,676	2,781
		2	286	973	1,868	38.93	38.93	323.93	0.17	Next			2,781	1,808
		3	287	838	2,706	67.02	105.94	390.94	0.14	Next			1,808	970
		4	288	970	3,676	116.45	222.39	507.39	0.14	Next			970	0
		5	289	892	4,569	142.76	365.15	650.15	0.14	Stop				
		1	289	892	892	0.00	0.00	285.00	0.32	Next	Q73	3,823	3,823	2,931
		2	290	939	1,831	37.56	37.56	322.56	0.18	Next			2,931	1,992
		3	291	1,095	2,926	87.60	125.16	410.16	0.14	Next			1,992	897
		4	292	897	3,823	107.63	232.79	517.79	0.14	Next			897	0
		5	293	1,117	4,940	178.74	411.53	696.53	0.14	Stop				
		1	293	1,117	1,117	0.00	0.00	285.00	0.26	Next	Q74	4,275	4,275	3,158
		2	294	1,006	2,123	40.25	40.25	325.25	0.15	Next			3,158	2,152
		3	295	1,030	3,153	82.40	122.65	407.65	0.13	Next			2,152	1,122
		4	296	1,122	4,275	134.65	257.30	542.30	0.13	Next			1,122	0
		5	297	959	5,234	153.43	410.73	695.73	0.13	Stop				
		1	297	959	959	0.00	0.00	285.00	0.30	Next	Q75	3,586	3,586	2,627
		2	298	984	1,943	39.36	39.36	324.36	0.17	Next			2,627	1,643
		3	299	785	2,728	62.80	102.16	387.16	0.14	Next			1,643	858
		4	300	858	3,586	103.00	205.16	490.16	0.14	Next			858	0
		5	301	971	4,557	155.35	360.52	645.52	0.14	Stop				
		1	301	971	971	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q76	4,018	4,018	3,047
		2	302	898	1,869	35.93	35.93	320.93	0.17	Next			3,047	2,149
		3	303	1,049	2,919	83.95	119.88	404.88	0.14	Next			2,149	1,099
		4	304	1,099	4,018	131.92	251.80	536.80	0.13	Next			1,099	0
		5	305	1,064	5,082	170.23	422.03	707.03	0.14	Stop				
		1	305	1,064	1,064	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q77	3,892	3,892	2,828
		2	306	1,052	2,116	42.08	42.08	327.08	0.15	Next			2,828	1,776
		3	307	831	2,947	66.50	108.58	393.58	0.13	Next			1,776	945
		4	308	945	3,892	113.42	222.00	507.00	0.13	Next			945	0
		5	309	996	4,888	159.33	381.33	666.33	0.14	Stop				
		1	309	996	996	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q78	4,360	4,360	3,364
		2	310	1,118	2,114	44.74	44.74	329.74	0.16	Next			3,364	2,246
		3	311	1,090	3,205	87.24	131.97	416.97	0.13	Next			2,246	1,155
		4	312	1,155	4,360	138.61	270.58	555.58	0.13	Next			1,155	0
		5	313	969	5,329	155.03	425.62	710.62	0.13	Stop				
		1	313	969	969	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q79	3,939	3,939	2,970
		2	314	995	1,964	39.79	39.79	324.79	0.17	Next			2,970	1,975
		3	315	1,014	2,978	81.13	120.93	405.93	0.14	Next			1,975	961

รูปที่ ก.3 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ 6)

C	285	T	t	Dt (CON)	Cumu D	H*(T-1)*D	Cumu H	TRC(T)	TRC(T)/D	Status			Start IL _i	End IL _i
H	0.04							C+Cumu H						
N	90													
AIL	538,728													
		4	316	961	3,939	115.34	236.27	521.27	0.13	Next			961	0
		5	317	992	4,931	158.74	395.01	680.01	0.14	Stop				
		1	317	992	992	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q80	3,962	3,962	2,970
		2	318	930	1,922	37.20	37.20	322.20	0.17	Next			2,970	2,040
		3	319	934	2,857	74.76	111.95	396.95	0.14	Next			2,040	1,106
		4	320	1,106	3,962	132.68	244.63	529.63	0.13	Next			1,106	0
		5	321	1,050	5,012	167.98	412.61	697.61	0.14	Stop				
		1	321	1,050	1,050	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q81	3,766	3,766	2,716
		2	322	894	1,944	35.75	35.75	320.75	0.17	Next			2,716	1,822
		3	323	938	2,882	75.08	110.83	395.83	0.14	Next			1,822	884
		4	324	884	3,766	106.07	216.90	501.90	0.13	Next			884	0
		5	325	1,020	4,786	163.17	380.07	665.07	0.14	Stop				
		1	325	1,020	1,020	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q82	3,849	3,849	2,829
		2	326	930	1,949	37.18	37.18	322.18	0.17	Next			2,829	1,900
		3	327	1,080	3,030	86.43	123.61	408.61	0.13	Next			1,900	820
		4	328	820	3,849	98.35	221.95	506.95	0.13	Next			820	0
		5	329	884	4,733	141.42	363.37	648.37	0.14	Stop				
		1	329	884	884	0.00	0.00	285.00	0.32	Next	Q83	3,969	3,969	3,085
		2	330	1,044	1,928	41.76	41.76	326.76	0.17	Next			3,085	2,041
		3	331	871	2,799	69.70	111.45	396.45	0.14	Next			2,041	1,170
		4	332	1,170	3,969	140.36	251.81	536.81	0.14	Next			1,170	0
		5	333	981	4,950	157.02	408.83	693.83	0.14	Stop				
		1	333	981	981	0.00	0.00	285.00	0.29	Next	Q84	3,890	3,890	2,909
		2	334	1,003	1,984	40.11	40.11	325.11	0.16	Next			2,909	1,906
		3	335	772	2,756	61.79	101.90	386.90	0.14	Next			1,906	1,133
		4	336	1,133	3,890	136.01	237.91	522.91	0.13	Next			1,133	0
		5	337	1,038	4,928	166.14	404.05	689.05	0.14	Stop				
		1	337	1,038	1,038	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q85	3,874	3,874	2,836
		2	338	840	1,879	33.62	33.62	318.62	0.17	Next			2,836	1,995
		3	339	992	2,871	79.34	112.96	397.96	0.14	Next			1,995	1,003
		4	340	1,003	3,874	120.41	233.37	518.37	0.13	Next			1,003	0
		5	341	900	4,774	143.95	377.32	662.32	0.14	Stop				
		1	341	900	900	0.00	0.00	285.00	0.32	Next	Q86	3,786	3,786	2,886
		2	342	901	1,801	36.03	36.03	321.03	0.18	Next			2,886	1,985
		3	343	1,023	2,824	81.85	117.88	402.88	0.14	Next			1,985	962
		4	344	962	3,786	115.45	233.33	518.33	0.14	Next			962	0
		5	345	1,059	4,845	169.43	402.76	687.76	0.14	Stop				
		1	345	1,059	1,059	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q87	4,045	4,045	2,987
		2	346	1,043	2,102	41.72	41.72	326.72	0.16	Next			2,987	1,944
		3	347	935	3,037	74.82	116.54	401.54	0.13	Next			1,944	1,008
		4	348	1,008	4,045	120.99	237.53	522.53	0.13	Next			1,008	0
		5	349	1,009	5,055	161.52	399.05	684.05	0.14	Stop				
		1	349	1,009	1,009	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q88	4,202	4,202	3,192
		2	350	995	2,005	39.81	39.81	324.81	0.16	Next			3,192	2,197
		3	351	956	2,961	76.50	116.31	401.31	0.14	Next			2,197	1,241
		4	352	1,241	4,202	148.89	265.20	550.20	0.13	Next			1,241	0
		5	353	1,052	5,254	168.35	433.54	718.54	0.14	Stop				
		1	353	1,052	1,052	0.00	0.00	285.00	0.27	Next	Q89	4,120	4,120	3,068
		2	354	1,152	2,204	46.08	46.08	331.08	0.15	Next			3,068	1,916
		3	355	814	3,018	65.08	111.16	396.16	0.13	Next			1,916	1,102
		4	356	1,102	4,120	132.25	243.41	528.41	0.13	Next			1,102	0
		5	357	1,035	5,154	165.56	408.97	693.97	0.13	Stop				
		1	357	1,035	1,035	0.00	0.00	285.00	0.28	Next	Q90	4,103	4,103	3,068
		2	358	986	2,021	39.43	39.43	324.43	0.16	Next			3,068	2,082
		3	359	1,011	3,032	80.90	120.33	405.33	0.13	Next			2,082	1,071
		4	360	1,071	4,103	128.49	248.82	533.82	0.13	Next			1,071	0

รูปที่ ก.3 การคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC)
 ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ7)

C	285	T	t	Dt (CON)	(T-1)*D	APP	Status			IL ₁ Start	IL ₁ End
H	0.04	1	1	1,075	0	0	NEXT	Q1	4,219	4,219	3,143
EPP	7,125	2	2	865	865	865	NEXT			3,143	2,279
N	90	3	3	1,109	2,217	3,082	NEXT			2,279	1,170
AIL	538,728	4	4	1,170	3,511	6,593	NEXT			1,170	0
		5	5	1,113	4,452	11,045	STOP				
		1	5	1,113	0	0	NEXT	Q2	3,984	3,984	2,871
		2	6	932	932	932	NEXT			2,871	1,939
		3	7	1,042	2,083	3,016	NEXT			1,939	897
		4	8	897	2,691	5,707	NEXT			897	0
		5	9	1,049	4,194	9,901	STOP				
		1	9	1,049	0	0	NEXT	Q3	4,135	4,135	3,086
		2	10	907	907	907	NEXT			3,086	2,179
		3	11	1,013	2,026	2,933	NEXT			2,179	1,166
		4	12	1,166	3,498	6,431	NEXT			1,166	0
		5	13	915	3,660	10,091	STOP				
		1	13	915	0	0	NEXT	Q4	3,814	3,814	2,899
		2	14	930	930	930	NEXT			2,899	1,969
		3	15	981	1,962	2,893	NEXT			1,969	988
		4	16	988	2,963	5,856	NEXT			988	0
		5	17	1,022	4,087	9,943	STOP				
		1	17	1,022	0	0	NEXT	Q5	4,025	4,025	3,003
		2	18	943	943	943	NEXT			3,003	2,061
		3	19	1,014	2,028	2,971	NEXT			2,061	1,047
		4	20	1,047	3,140	6,110	NEXT			1,047	0
		5	21	884	3,536	9,646	STOP				
		1	21	884	0	0	NEXT	Q6	3,936	3,936	3,052
		2	22	925	925	925	NEXT			3,052	2,127
		3	23	949	1,898	2,823	NEXT			2,127	1,178
		4	24	1,178	3,534	6,357	NEXT			1,178	0
		5	25	977	3,910	10,267	STOP				
		1	25	977	0	0	NEXT	Q7	3,819	3,819	2,841
		2	26	889	889	889	NEXT			2,841	1,953
		3	27	1,040	2,079	2,968	NEXT			1,953	913
		4	28	913	2,739	5,707	NEXT			913	0
		5	29	1,095	4,380	10,087	STOP				
		1	29	1,095	0	0	NEXT	Q8	3,874	3,874	2,779
		2	30	1,026	1,026	1,026	NEXT			2,779	1,752
		3	31	907	1,815	2,841	NEXT			1,752	845
		4	32	845	2,535	5,376	NEXT			845	0
		5	33	895	3,582	8,957	STOP				
		1	33	895	0	0	NEXT	Q9	4,037	4,037	3,141
		2	34	1,019	1,019	1,019	NEXT			3,141	2,122
		3	35	1,040	2,080	3,099	NEXT			2,122	1,082
		4	36	1,082	3,246	6,345	NEXT			1,082	0
		5	37	999	3,995	10,340	STOP				
		1	37	999	0	0	NEXT	Q10	4,195	4,195	3,196
		2	38	1,003	1,003	1,003	NEXT			3,196	2,193
		3	39	1,099	2,199	3,201	NEXT			2,193	1,094
		4	40	1,094	3,282	6,483	NEXT			1,094	0
		5	41	915	3,661	10,144	STOP				
		1	41	915	0	0	NEXT	Q11	4,154	4,154	3,239
		2	42	1,043	1,043	1,043	NEXT			3,239	2,196
		3	43	1,096	2,193	3,236	NEXT			2,196	1,099
		4	44	1,099	3,298	6,533	NEXT			1,099	0
		5	45	828	3,312	9,845	STOP				
		1	45	828	0	0	NEXT	Q12	3,790	3,790	2,962

รูปที่ ก.4 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)

ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด

C	285	T	t	Dt (CON)	(T-1)*D	APP	Status			IL _i Start	IL _i End
H	0,04	2	46	980	980	980	NEXT			2,962	1,982
EPP	7,125	3	47	936	1,871	2,851	NEXT			1,982	1,046
N	90	4	48	1,046	3,138	5,990	NEXT			1,046	0
AIL	538,728	5	49	1,031	4,125	10,115	STOP				
		1	49	1,031	0	0	NEXT	Q13	3,949	3,949	2,918
		2	50	949	949	949	NEXT			2,918	1,970
		3	51	938	1,876	2,825	NEXT			1,970	1,031
		4	52	1,031	3,094	5,919	NEXT			1,031	0
		5	53	934	3,738	9,657	STOP				
		1	53	934	0	0	NEXT	Q14	3,854	3,854	2,920
		2	54	1,059	1,059	1,059	NEXT			2,920	1,861
		3	55	969	1,937	2,996	NEXT			1,861	892
		4	56	892	2,677	5,673	NEXT			892	0
		5	57	1,097	4,389	10,062	STOP				
		1	57	1,097	0	0	NEXT	Q15	3,835	3,835	2,738
		2	58	964	964	964	NEXT			2,738	1,774
		3	59	702	1,403	2,367	NEXT			1,774	1,072
		4	60	1,072	3,216	5,584	NEXT			1,072	0
		5	61	904	3,618	9,201	STOP				
		1	61	904	0	0	NEXT	Q16	4,084	4,084	3,180
		2	62	1,050	1,050	1,050	NEXT			3,180	2,130
		3	63	1,063	2,125	3,175	NEXT			2,130	1,067
		4	64	1,067	3,202	6,377	NEXT			1,067	0
		5	65	1,040	4,161	10,538	STOP				
		1	65	1,040	0	0	NEXT	Q17	3,925	3,925	2,885
		2	66	978	978	978	NEXT			2,885	1,907
		3	67	958	1,916	2,894	NEXT			1,907	949
		4	68	949	2,847	5,741	NEXT			949	0
		5	69	1,009	4,034	9,776	STOP				
		1	69	1,009	0	0	NEXT	Q18	3,936	3,936	2,927
		2	70	984	984	984	NEXT			2,927	1,944
		3	71	967	1,934	2,917	NEXT			1,944	977
		4	72	977	2,931	5,848	NEXT			977	0
		5	73	990	3,959	9,807	STOP				
		1	73	990	0	0	NEXT	Q19	3,959	3,959	2,970
		2	74	825	825	825	NEXT			2,970	2,144
		3	75	1,037	2,073	2,899	NEXT			2,144	1,108
		4	76	1,108	3,323	6,222	NEXT			1,108	0
		5	77	1,001	4,004	10,226	STOP				
		1	77	1,001	0	0	NEXT	Q20	3,958	3,958	2,957
		2	78	1,099	1,099	1,099	NEXT			2,957	1,859
		3	79	993	1,985	3,084	NEXT			1,859	866
		4	80	866	2,598	5,682	NEXT			866	0
		5	81	986	3,945	9,627	STOP				
		1	81	986	0	0	NEXT	Q21	3,824	3,824	2,838
		2	82	902	902	902	NEXT			2,838	1,936
		3	83	1,053	2,106	3,008	NEXT			1,936	883
		4	84	883	2,648	5,656	NEXT			883	0
		5	85	934	3,736	9,392	STOP				
		1	85	934	0	0	NEXT	Q22	4,184	4,184	3,250
		2	86	1,173	1,173	1,173	NEXT			3,250	2,077
		3	87	1,034	2,068	3,241	NEXT			2,077	1,043
		4	88	1,043	3,129	6,370	NEXT			1,043	0
		5	89	990	3,959	10,328	STOP				
		1	89	990	0	0	NEXT	Q23	3,793	3,793	2,804
		2	90	857	857	857	NEXT			2,804	1,947

รูปที่ ก.4 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ 1)

C	285	T	t	Dt (CON)	(T-1)*D	APP	Status			IL _{Start}	IL _{End}
H	0,04	3	91	1,013	2,026	2,883	NEXT			1,947	934
EPP	7,125	4	92	934	2,801	5,684	NEXT			934	0
N	90	5	93	1,003	4,011	9,695	STOP				
AIL	538,728	1	93	1,003	0	0	NEXT	Q24	3,654	3,654	2,651
		2	94	888	888	888	NEXT			2,651	1,763
		3	95	879	1,758	2,646	NEXT			1,763	884
		4	96	884	2,653	5,299	NEXT			884	0
		5	97	958	3,831	9,130	STOP				
		1	97	958	0	0	NEXT	Q25	3,887	3,887	2,929
		2	98	925	925	925	NEXT			2,929	2,004
		3	99	1,046	2,093	3,018	NEXT			2,004	957
		4	100	957	2,872	5,890	NEXT			957	0
		5	101	957	3,826	9,716	STOP				
		1	101	957	0	0	NEXT	Q26	3,914	3,914	2,958
		2	102	918	918	918	NEXT			2,958	2,039
		3	103	976	1,952	2,870	NEXT			2,039	1,064
		4	104	1,064	3,191	6,061	NEXT			1,064	0
		5	105	1,015	4,058	10,119	STOP				
		1	105	1,015	0	0	NEXT	Q27	3,884	3,884	2,869
		2	106	964	964	964	NEXT			2,869	1,905
		3	107	922	1,844	2,809	NEXT			1,905	983
		4	108	983	2,948	5,757	NEXT			983	0
		5	109	1,153	4,613	10,370	STOP				
		1	109	1,153	0	0	NEXT	Q28	4,281	4,281	3,128
		2	110	975	975	975	NEXT			3,128	2,153
		3	111	1,014	2,027	3,002	NEXT			2,153	1,139
		4	112	1,139	3,418	6,420	NEXT			1,139	0
		5	113	1,158	4,634	11,054	STOP				
		1	113	1,158	0	0	NEXT	Q29	4,393	4,393	3,234
		2	114	1,107	1,107	1,107	NEXT			3,234	2,128
		3	115	1,073	2,147	3,254	NEXT			2,128	1,054
		4	116	1,054	3,163	6,416	NEXT			1,054	0
		5	117	1,233	4,934	11,350	STOP				
		1	117	1,233	0	0	NEXT	Q30	4,192	4,192	2,958
		2	118	999	999	999	NEXT			2,958	1,959
		3	119	971	1,941	2,941	NEXT			1,959	989
		4	120	989	2,966	5,906	NEXT			989	0
		5	121	944	3,778	9,684	STOP				
		1	121	944	0	0	NEXT	Q31	4,060	4,060	3,116
		2	122	898	898	898	NEXT			3,116	2,218
		3	123	1,157	2,314	3,213	NEXT			2,218	1,061
		4	124	1,061	3,182	6,394	NEXT			1,061	0
		5	125	1,006	4,024	10,419	STOP				
		1	125	1,006	0	0	NEXT	Q32	3,639	3,639	2,633
		2	126	916	916	916	NEXT			2,633	1,717
		3	127	810	1,621	2,537	NEXT			1,717	907
		4	128	907	2,720	5,257	NEXT			907	0
		5	129	1,042	4,170	9,427	STOP				
		1	129	1,042	0	0	NEXT	Q33	4,263	4,263	3,220
		2	130	995	995	995	NEXT			3,220	2,225
		3	131	1,125	2,250	3,245	NEXT			2,225	1,100
		4	132	1,100	3,300	6,545	NEXT			1,100	0
		5	133	1,036	4,143	10,688	STOP				
		1	133	1,036	0	0	NEXT	Q34	4,091	4,091	3,056
		2	134	868	868	868	NEXT			3,056	2,188
		3	135	1,092	2,183	3,051	NEXT			2,188	1,096

รูปที่ ก.4 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ2)

C	285	T	t	Dt (CON)	(T-1)*D	APP	Status			IL _i Start	IL _i End
H	0,04	4	136	1,096	3,289	6,340	NEXT			1,096	0
EPP	7,125	5	137	927	3,706	10,046	STOP				
N	90	1	137	927	0	0	NEXT	Q35	4,049	4,049	3,123
AIL	538,728	2	138	1,026	1,026	1,026	NEXT			3,123	2,097
		3	139	1,020	2,040	3,066	NEXT			2,097	1,077
		4	140	1,077	3,230	6,296	NEXT			1,077	0
		5	141	953	3,811	10,107	STOP				
		1	141	953	0	0	NEXT	Q36	4,056	4,056	3,103
		2	142	931	931	931	NEXT			3,103	2,173
		3	143	1,061	2,121	3,052	NEXT			2,173	1,112
		4	144	1,112	3,336	6,388	NEXT			1,112	0
		5	145	700	2,799	9,187	STOP				
		1	145	700	0	0	NEXT	Q37	3,812	3,812	3,112
		2	146	1,083	1,083	1,083	NEXT			3,112	2,029
		3	147	994	1,988	3,071	NEXT			2,029	1,035
		4	148	1,035	3,105	6,176	NEXT			1,035	0
		5	149	1,003	4,011	10,187	STOP				
		1	149	1,003	0	0	NEXT	Q38	3,783	3,783	2,780
		2	150	955	955	955	NEXT			2,780	1,825
		3	151	803	1,606	2,561	NEXT			1,825	1,022
		4	152	1,022	3,066	5,626	NEXT			1,022	0
		5	153	1,014	4,058	9,684	STOP				
		1	153	1,014	0	0	NEXT	Q39	4,060	4,060	3,045
		2	154	952	952	952	NEXT			3,045	2,093
		3	155	1,049	2,098	3,050	NEXT			2,093	1,044
		4	156	1,044	3,132	6,182	NEXT			1,044	0
		5	157	894	3,576	9,758	STOP				
		1	157	894	0	0	NEXT	Q40	3,814	3,814	2,920
		2	158	963	963	963	NEXT			2,920	1,958
		3	159	1,106	2,211	3,174	NEXT			1,958	852
		4	160	852	2,557	5,730	NEXT			852	0
		5	161	1,119	4,476	10,206	STOP				
		1	161	1,119	0	0	NEXT	Q41	4,070	4,070	2,951
		2	162	1,020	1,020	1,020	NEXT			2,951	1,931
		3	163	981	1,962	2,982	NEXT			1,931	950
		4	164	950	2,851	5,833	NEXT			950	0
		5	165	859	3,436	9,270	STOP				
		1	165	859	0	0	NEXT	Q42	3,717	3,717	2,857
		2	166	961	961	961	NEXT			2,857	1,897
		3	167	847	1,694	2,655	NEXT			1,897	1,050
		4	168	1,050	3,149	5,804	NEXT			1,050	0
		5	169	1,219	4,877	10,681	STOP				
		1	169	1,219	0	0	NEXT	Q43	4,548	4,548	3,329
		2	170	1,243	1,243	1,243	NEXT			3,329	2,086
		3	171	951	1,902	3,145	NEXT			2,086	1,134
		4	172	1,134	3,403	6,549	NEXT			1,134	0
		5	173	1,119	4,476	11,025	STOP				
		1	173	1,119	0	0	NEXT	Q44	4,123	4,123	3,004
		2	174	1,009	1,009	1,009	NEXT			3,004	1,995
		3	175	1,002	2,003	3,012	NEXT			1,995	993
		4	176	993	2,979	5,991	NEXT			993	0
		5	177	839	3,354	9,346	STOP				
		1	177	839	0	0	NEXT	Q45	4,031	4,031	3,193
		2	178	946	946	946	NEXT			3,193	2,247
		3	179	1,117	2,235	3,181	NEXT			2,247	1,129
		4	180	1,129	3,388	6,569	NEXT			1,129	0

รูปที่ ก.4 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ3)

C	285	T	t	Dt (CON)	(T-1)*D	APP	Status			IL _i Start	IL _i End
H	0.04	5	181	870	3,478	10,047	STOP				
EPP	7,125	1	181	870	0	0	NEXT	Q46	4,115	4,115	3,245
N	90	2	182	1,178	1,178	1,178	NEXT			3,245	2,067
AIL	538,728	3	183	967	1,935	3,112	NEXT			2,067	1,100
		4	184	1,100	3,300	6,412	NEXT			1,100	0
		5	185	806	3,225	9,637	STOP				
		1	185	806	0	0	NEXT	Q47	4,003	4,003	3,196
		2	186	1,041	1,041	1,041	NEXT			3,196	2,155
		3	187	998	1,996	3,037	NEXT			2,155	1,157
		4	188	1,157	3,472	6,509	NEXT			1,157	0
		5	189	981	3,926	10,435	STOP				
		1	189	981	0	0	NEXT	Q48	3,933	3,933	2,951
		2	190	914	914	914	NEXT			2,951	2,037
		3	191	1,098	2,195	3,110	NEXT			2,037	939
		4	192	939	2,818	5,927	NEXT			939	0
		5	193	1,007	4,030	9,957	STOP				
		1	193	1,007	0	0	NEXT	Q49	3,917	3,917	2,910
		2	194	1,052	1,052	1,052	NEXT			2,910	1,858
		3	195	939	1,878	2,930	NEXT			1,858	919
		4	196	919	2,756	5,686	NEXT			919	0
		5	197	950	3,799	9,485	STOP				
		1	197	950	0	0	NEXT	Q50	4,047	4,047	3,098
		2	198	1,047	1,047	1,047	NEXT			3,098	2,050
		3	199	1,021	2,042	3,089	NEXT			2,050	1,029
		4	200	1,029	3,088	6,177	NEXT			1,029	0
		5	201	909	3,637	9,814	STOP				
		1	201	909	0	0	NEXT	Q51	4,034	4,034	3,125
		2	202	995	995	995	NEXT			3,125	2,130
		3	203	949	1,897	2,893	NEXT			2,130	1,181
		4	204	1,181	3,544	6,436	NEXT			1,181	0
		5	205	959	3,836	10,273	STOP				
		1	205	959	0	0	NEXT	Q52	3,760	3,760	2,801
		2	206	949	949	949	NEXT			2,801	1,852
		3	207	910	1,820	2,770	NEXT			1,852	942
		4	208	942	2,825	5,595	NEXT			942	0
		5	209	1,031	4,123	9,718	STOP				
		1	209	1,031	0	0	NEXT	Q53	3,610	3,610	2,580
		2	210	766	766	766	NEXT			2,580	1,814
		3	211	829	1,657	2,423	NEXT			1,814	985
		4	212	985	2,955	5,378	NEXT			985	0
		5	213	989	3,954	9,332	STOP				
		1	213	989	0	0	NEXT	Q54	3,860	3,860	2,872
		2	214	1,019	1,019	1,019	NEXT			2,872	1,853
		3	215	967	1,934	2,953	NEXT			1,853	886
		4	216	886	2,657	5,610	NEXT			886	0
		5	217	1,143	4,573	10,183	STOP				
		1	217	1,143	0	0	NEXT	Q55	4,229	4,229	3,086
		2	218	974	974	974	NEXT			3,086	2,111
		3	219	1,056	2,113	3,087	NEXT			2,111	1,055
		4	220	1,055	3,164	6,252	NEXT			1,055	0
		5	221	1,006	4,023	10,274	STOP				
		1	221	1,006	0	0	NEXT	Q56	3,911	3,911	2,905
		2	222	971	971	971	NEXT			2,905	1,934
		3	223	953	1,905	2,876	NEXT			1,934	982
		4	224	982	2,945	5,821	NEXT			982	0
		5	225	1,055	4,221	10,042	STOP				

รูปที่ ก.4 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ4)

C	285	T	t	Dt (CON)	(T-1)*D	APP	Status			IL _{Start}	IL _{End}
H	0.04	1	225	1,055	0	0	NEXT	Q57	4,087	4,087	3,031
EPP	7,125	2	226	1,063	1,063	1,063	NEXT			3,031	1,968
N	90	3	227	1,003	2,006	3,068	NEXT			1,968	966
AIL	538,728	4	228	966	2,897	5,965	NEXT			966	0
		5	229	1,026	4,105	10,070	STOP				
		1	229	1,026	0	0	NEXT	Q58	4,035	4,035	3,009
		2	230	951	951	951	NEXT			3,009	2,057
		3	231	1,059	2,118	3,069	NEXT			2,057	998
		4	232	998	2,995	6,065	NEXT			998	0
		5	233	1,034	4,137	10,201	STOP				
		1	233	1,034	0	0	NEXT	Q59	3,825	3,825	2,791
		2	234	939	939	939	NEXT			2,791	1,852
		3	235	898	1,796	2,735	NEXT			1,852	954
		4	236	954	2,861	5,596	NEXT			954	0
		5	237	751	3,004	8,601	STOP				
		1	237	751	0	0	NEXT	Q60	3,763	3,763	3,012
		2	238	1,164	1,164	1,164	NEXT			3,012	1,848
		3	239	955	1,909	3,073	NEXT			1,848	893
		4	240	893	2,680	5,754	NEXT			893	0
		5	241	767	3,068	8,822	STOP				
		1	241	767	0	0	NEXT	Q61	3,545	3,545	2,778
		2	242	857	857	857	NEXT			2,778	1,922
		3	243	1,011	2,023	2,879	NEXT			1,922	910
		4	244	910	2,731	5,610	NEXT			910	0
		5	245	825	3,298	8,909	STOP				
		1	245	825	0	0	NEXT	Q62	4,063	4,063	3,238
		2	246	1,084	1,084	1,084	NEXT			3,238	2,154
		3	247	1,166	2,333	3,417	NEXT			2,154	988
		4	248	988	2,963	6,380	NEXT			988	0
		5	249	846	3,385	9,764	STOP				
		1	249	846	0	0	NEXT	Q63	3,436	3,436	2,589
		2	250	875	875	875	NEXT			2,589	1,714
		3	251	808	1,615	2,490	NEXT			1,714	907
		4	252	907	2,720	5,210	NEXT			907	0
		5	253	887	3,547	8,757	STOP				
		1	253	887	0	0	NEXT	Q64	3,794	3,794	2,907
		2	254	942	942	942	NEXT			2,907	1,965
		3	255	883	1,765	2,707	NEXT			1,965	1,083
		4	256	1,083	3,248	5,955	NEXT			1,083	0
		5	257	916	3,665	9,620	STOP				
		1	257	916	0	0	NEXT	Q65	4,232	4,232	3,315
		2	258	1,117	1,117	1,117	NEXT			3,315	2,199
		3	259	1,089	2,177	3,294	NEXT			2,199	1,110
		4	260	1,110	3,330	6,624	NEXT			1,110	0
		5	261	986	3,945	10,569	STOP				
		1	261	986	0	0	NEXT	Q66	3,971	3,971	2,985
		2	262	1,054	1,054	1,054	NEXT			2,985	1,931
		3	263	880	1,760	2,814	NEXT			1,931	1,051
		4	264	1,051	3,152	5,966	NEXT			1,051	0
		5	265	1,085	4,341	10,307	STOP				
		1	265	1,085	0	0	NEXT	Q67	3,903	3,903	2,818
		2	266	940	940	940	NEXT			2,818	1,878
		3	267	870	1,739	2,679	NEXT			1,878	1,009
		4	268	1,009	3,026	5,705	NEXT			1,009	0
		5	269	935	3,739	9,443	STOP				
		1	269	935	0	0	NEXT	Q68	3,764	3,764	2,830

รูปที่ ก.4 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ5)

C	285	T	t	Dt (CON)	(T-1)*D	APP	Status			IL ₁ Start	IL ₁ End
H	0,04	2	270	954	954	954	NEXT			2,830	1,876
EPP	7,125	3	271	915	1,830	2,784	NEXT			1,876	961
N	90	4	272	961	2,882	5,666	NEXT			961	0
AIL	538,728	5	273	902	3,609	9,275	STOP				
		1	273	902	0	0	NEXT	Q69	3,903	3,903	3,001
		2	274	808	808	808	NEXT			3,001	2,193
		3	275	1,151	2,303	3,111	NEXT			2,193	1,042
		4	276	1,042	3,125	6,236	NEXT			1,042	0
		5	277	1,017	4,068	10,304	STOP				
		1	277	1,017	0	0	NEXT	Q70	3,770	3,770	2,753
		2	278	821	821	821	NEXT			2,753	1,932
		3	279	959	1,918	2,739	NEXT			1,932	973
		4	280	973	2,918	5,657	NEXT			973	0
		5	281	994	3,977	9,634	STOP				
		1	281	994	0	0	NEXT	Q71	3,855	3,855	2,861
		2	282	1,006	1,006	1,006	NEXT			2,861	1,856
		3	283	1,042	2,083	3,089	NEXT			1,856	814
		4	284	814	2,442	5,531	NEXT			814	0
		5	285	895	3,581	9,112	STOP				
		1	285	895	0	0	NEXT	Q72	3,676	3,676	2,781
		2	286	973	973	973	NEXT			2,781	1,808
		3	287	838	1,675	2,649	NEXT			1,808	970
		4	288	970	2,911	5,560	NEXT			970	0
		5	289	892	3,569	9,129	STOP				
		1	289	892	0	0	NEXT	Q73	3,823	3,823	2,931
		2	290	939	939	939	NEXT			2,931	1,992
		3	291	1,095	2,190	3,129	NEXT			1,992	897
		4	292	897	2,691	5,820	NEXT			897	0
		5	293	1,117	4,469	10,288	STOP				
		1	293	1,117	0	0	NEXT	Q74	4,275	4,275	3,158
		2	294	1,006	1,006	1,006	NEXT			3,158	2,152
		3	295	1,030	2,060	3,066	NEXT			2,152	1,122
		4	296	1,122	3,366	6,432	NEXT			1,122	0
		5	297	959	3,836	10,268	STOP				
		1	297	959	0	0	NEXT	Q75	3,586	3,586	2,627
		2	298	984	984	984	NEXT			2,627	1,643
		3	299	785	1,570	2,554	NEXT			1,643	858
		4	300	858	2,575	5,129	NEXT			858	0
		5	301	971	3,884	9,013	STOP				
		1	301	971	0	0	NEXT	Q76	4,018	4,018	3,047
		2	302	898	898	898	NEXT			3,047	2,149
		3	303	1,049	2,099	2,997	NEXT			2,149	1,099
		4	304	1,099	3,298	6,295	NEXT			1,099	0
		5	305	1,064	4,256	10,551	STOP				
		1	305	1,064	0	0	NEXT	Q77	3,892	3,892	2,828
		2	306	1,052	1,052	1,052	NEXT			2,828	1,776
		3	307	831	1,662	2,715	NEXT			1,776	945
		4	308	945	2,836	5,550	NEXT			945	0
		5	309	996	3,983	9,533	STOP				
		1	309	996	0	0	NEXT	Q78	4,360	4,360	3,364
		2	310	1,118	1,118	1,118	NEXT			3,364	2,246
		3	311	1,090	2,181	3,299	NEXT			2,246	1,155
		4	312	1,155	3,465	6,765	NEXT			1,155	0
		5	313	969	3,876	10,640	STOP				
		1	313	969	0	0	NEXT	Q79	3,939	3,939	2,970
		2	314	995	995	995	NEXT			2,970	1,975

รูปที่ ก.4 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ 6)

C	285	T	t	Dt (CON)	(T-1)*D	APP	Status			IL _i Start	IL _i End
H	0,04	3	315	1,014	2,028	3,023	NEXT			1,975	961
EPP	7,125	4	316	961	2,883	5,907	NEXT			961	0
N	90	5	317	992	3,968	9,875	STOP				
AIL	538,728	1	317	992	0	0	NEXT	Q80	3,962	3,962	2,970
		2	318	930	930	930	NEXT			2,970	2,040
		3	319	934	1,869	2,799	NEXT			2,040	1,106
		4	320	1,106	3,317	6,116	NEXT			1,106	0
		5	321	1,050	4,200	10,315	STOP				
		1	321	1,050	0	0	NEXT	Q81	3,766	3,766	2,716
		2	322	894	894	894	NEXT			2,716	1,822
		3	323	938	1,877	2,771	NEXT			1,822	884
		4	324	884	2,652	5,422	NEXT			884	0
		5	325	1,020	4,079	9,502	STOP				
		1	325	1,020	0	0	NEXT	Q82	3,849	3,849	2,829
		2	326	930	930	930	NEXT			2,829	1,900
		3	327	1,080	2,161	3,090	NEXT			1,900	820
		4	328	820	2,459	5,549	NEXT			820	0
		5	329	884	3,535	9,084	STOP				
		1	329	884	0	0	NEXT	Q83	3,969	3,969	3,085
		2	330	1,044	1,044	1,044	NEXT			3,085	2,041
		3	331	871	1,742	2,786	NEXT			2,041	1,170
		4	332	1,170	3,509	6,295	NEXT			1,170	0
		5	333	981	3,925	10,221	STOP				
		1	333	981	0	0	NEXT	Q84	3,890	3,890	2,909
		2	334	1,003	1,003	1,003	NEXT			2,909	1,906
		3	335	772	1,545	2,547	NEXT			1,906	1,133
		4	336	1,133	3,400	5,948	NEXT			1,133	0
		5	337	1,038	4,154	10,101	STOP				
		1	337	1,038	0	0	NEXT	Q85	3,874	3,874	2,836
		2	338	840	840	840	NEXT			2,836	1,995
		3	339	992	1,983	2,824	NEXT			1,995	1,003
		4	340	1,003	3,010	5,834	NEXT			1,003	0
		5	341	900	3,599	9,433	STOP				
		1	341	900	0	0	NEXT	Q86	3,786	3,786	2,886
		2	342	901	901	901	NEXT			2,886	1,985
		3	343	1,023	2,046	2,947	NEXT			1,985	962
		4	344	962	2,886	5,833	NEXT			962	0
		5	345	1,059	4,236	10,069	STOP				
		1	345	1,059	0	0	NEXT	Q87	4,045	4,045	2,987
		2	346	1,043	1,043	1,043	NEXT			2,987	1,944
		3	347	935	1,871	2,914	NEXT			1,944	1,008
		4	348	1,008	3,025	5,938	NEXT			1,008	0
		5	349	1,009	4,038	9,976	STOP				
		1	349	1,009	0	0	NEXT	Q88	4,202	4,202	3,192
		2	350	995	995	995	NEXT			3,192	2,197
		3	351	956	1,912	2,908	NEXT			2,197	1,241
		4	352	1,241	3,722	6,630	NEXT			1,241	0
		5	353	1,052	4,209	10,839	STOP				
		1	353	1,052	0	0	NEXT	Q89	4,120	4,120	3,068
		2	354	1,152	1,152	1,152	NEXT			3,068	1,916
		3	355	814	1,627	2,779	NEXT			1,916	1,102
		4	356	1,102	3,306	6,085	NEXT			1,102	0
		5	357	1,035	4,139	10,224	STOP				
		1	357	1,035	0	0	NEXT	Q90	4,103	4,103	3,068
		2	358	986	986	986	NEXT			3,068	2,082
		3	359	1,011	2,022	3,008	NEXT			2,082	1,071
		4	360	1,071	3,212	6,221	NEXT			1,071	0

รูปที่ ก.4 การคำนวณวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)
ของความต้องการรูปแบบที่ 1 แบบละเอียด (ต่อ 7)

ภาคผนวก ข.

ความต้องการทั้งหมดของผู้ค้าปลีกทั้ง 4 รูปแบบ
งานวิจัย

ตารางที่ ข.1 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 1 (Continuous (CON)) เป็นความต้องการโดยไม่มีทั้ง
แนวโน้มและฤดูกาล ชุดที่ 2

รูปแบบที่ 1 CON ชุดที่ 2 (ซ้ำครั้งที่ 2)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	980	37	1,033	73	1,048	109	1,004	145	1,096	181	894	217	989	253	1,088	289	995	325	1,153
2	1,091	38	1,089	74	1,039	110	976	146	894	182	1,034	218	866	254	949	290	990	326	887
3	1,099	39	955	75	1,132	111	1,081	147	1,034	183	962	219	1,245	255	1,087	291	1,119	327	1,043
4	1,081	40	957	76	1,086	112	812	148	962	184	1,058	220	1,126	256	993	292	1,017	328	1,032
5	999	41	1,036	77	1,133	113	886	149	1,058	185	1,002	221	976	257	999	293	748	329	919
6	968	42	878	78	930	114	782	150	1,002	186	1,119	222	925	258	1,212	294	952	330	1,016
7	936	43	1,032	79	971	115	1,144	151	1,119	187	1,049	223	918	259	1,248	295	1,101	331	1,207
8	1,067	44	1,068	80	836	116	1,019	152	1,049	188	966	224	982	260	873	296	987	332	1,123
9	828	45	1,043	81	832	117	1,074	153	966	189	1,102	225	1,158	261	994	297	1,117	333	863
10	920	46	924	82	933	118	897	154	1,102	190	860	226	1,098	262	1,039	298	922	334	1,039
11	1,044	47	894	83	1,036	119	990	155	860	191	1,015	227	970	263	1,113	299	1,086	335	1,056
12	898	48	1,095	84	1,080	120	1,039	156	1,015	192	1,085	228	864	264	956	300	1,031	336	1,223
13	984	49	1,099	85	1,012	121	994	157	1,085	193	1,074	229	837	265	983	301	931	337	1,007
14	982	50	1,014	86	1,082	122	777	158	1,074	194	1,007	230	767	266	1,102	302	1,129	338	876
15	856	51	980	87	819	123	894	159	1,007	195	1,049	231	1,148	267	942	303	1,072	339	787
16	1,026	52	1,043	88	1,046	124	945	160	1,049	196	1,072	232	910	268	1,098	304	970	340	1,106
17	1,057	53	978	89	1,048	125	927	161	1,072	197	1,103	233	1,018	269	991	305	1,211	341	999
18	1,110	54	1,100	90	1,156	126	1,120	162	1,103	198	1,027	234	1,108	270	1,080	306	1,125	342	1,180
19	1,083	55	1,042	91	898	127	955	163	1,027	199	938	235	1,101	271	863	307	1,075	343	954
20	883	56	963	92	966	128	933	164	938	200	1,204	236	1,003	272	961	308	991	344	1,053
21	1,017	57	970	93	858	129	833	165	1,204	201	1,063	237	1,120	273	1,034	309	919	345	993
22	949	58	1,002	94	1,031	130	1,020	166	1,063	202	1,014	238	1,100	274	1,028	310	1,121	346	1,060
23	863	59	1,074	95	952	131	897	167	1,014	203	1,140	239	898	275	968	311	1,048	347	1,119
24	983	60	1,002	96	917	132	839	168	1,140	204	967	240	1,010	276	1,005	312	1,236	348	950
25	1,063	61	1,044	97	995	133	1,030	169	967	205	1,129	241	968	277	1,141	313	1,025	349	850
26	971	62	938	98	1,134	134	1,052	170	1,129	206	1,127	242	1,019	278	1,101	314	1,088	350	999
27	918	63	968	99	1,068	135	1,144	171	1,127	207	1,093	243	963	279	1,181	315	993	351	855
28	986	64	981	100	1,041	136	1,117	172	1,093	208	1,104	244	927	280	1,084	316	1,101	352	928
29	864	65	1,061	101	988	137	1,017	173	1,104	209	946	245	778	281	876	317	775	353	1,128
30	1,073	66	919	102	1,013	138	1,005	174	946	210	1,004	246	1,043	282	1,055	318	957	354	1,128
31	1,003	67	1,054	103	974	139	967	175	1,004	211	885	247	982	283	1,025	319	1,096	355	960
32	987	68	1,073	104	1,135	140	1,080	176	885	212	1,075	248	958	284	887	320	876	356	1,020
33	982	69	824	105	1,037	141	885	177	1,075	213	1,063	249	933	285	1,138	321	910	357	1,075
34	963	70	907	106	1,008	142	995	178	1,063	214	1,025	250	986	286	1,030	322	938	358	1,084
35	1,045	71	1,027	107	998	143	1,110	179	1,025	215	1,161	251	897	287	1,069	323	1,017	359	1,080
36	996	72	925	108	1,180	144	1,070	180	1,161	216	1,045	252	811	288	985	324	1,229	360	1,071

ตารางที่ ข.2 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 2 (Seasonality (SEA)) เป็นความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม
แต่มีฤดูกาล ชุดที่ 2

รูปแบบที่ 2 SEA ชุดที่ 2 (ซ้ำครั้งที่ 2)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,137	37	1,228	73	1,141	109	927	145	904	181	879	217	792	253	952	289	1,184	325	1,341
2	1,286	38	1,179	74	958	110	784	146	729	182	972	218	1,014	254	1,286	290	1,105	326	1,093
3	1,186	39	872	75	939	111	918	147	1,021	183	1,012	219	1,062	255	1,056	291	928	327	701
4	995	40	763	76	926	112	801	148	1,110	184	1,443	220	972	256	1,021	292	931	328	870
5	804	41	877	77	1,126	113	1,036	149	1,256	185	1,228	221	990	257	805	293	845	329	1,002
6	811	42	874	78	1,082	114	979	150	1,101	186	904	222	746	258	829	294	721	330	1,055
7	936	43	1,186	79	1,168	115	1,240	151	1,045	187	734	223	942	259	1,189	295	1,091	331	1,215
8	1,222	44	1,263	80	929	116	941	152	858	188	752	224	844	260	1,388	296	1,300	332	1,320
9	1,024	45	1,134	81	752	117	881	153	801	189	965	225	1,006	261	1,072	297	1,097	333	1,064
10	1,008	46	841	82	740	118	734	154	1,088	190	1,303	226	1,215	262	1,102	298	1,056	334	677
11	959	47	700	83	875	119	980	155	1,007	191	1,296	227	1,099	263	974	299	735	335	866
12	703	48	936	84	1,073	120	1,188	156	1,213	192	1,072	228	760	264	924	300	914	336	1,026
13	826	49	1,094	85	1,163	121	1,191	157	1,184	193	794	229	838	265	786	301	1,004	337	1,358
14	981	50	1,167	86	1,278	122	874	158	1,000	194	647	230	778	266	958	302	1,069	338	1,207
15	1,011	51	1,176	87	913	123	818	159	816	195	601	231	1,017	267	1,242	303	1,328	339	990
16	1,222	52	1,134	88	966	124	753	160	884	196	1,130	232	1,206	268	1,141	304	1,182	340	729
17	1,145	53	896	89	855	125	763	161	1,057	197	1,055	233	1,245	269	1,206	305	909	341	920
18	1,025	54	906	90	995	126	1,108	162	1,250	198	1,216	234	990	270	927	306	1,024	342	825
19	889	55	882	91	889	127	1,104	163	1,225	199	1,210	235	861	271	892	307	953	343	1,149
20	725	56	958	92	1,117	128	1,131	164	1,038	200	1,031	236	963	272	693	308	1,047	344	1,089
21	1,015	57	1,123	93	1,055	129	930	165	1,131	201	813	237	806	273	936	309	1,128	345	1,253
22	1,104	58	1,198	94	1,126	130	944	166	872	202	952	238	982	274	1,174	310	1,118	346	1,107
23	1,059	59	1,165	95	873	131	705	167	848	203	1,082	239	1,178	275	1,227	311	1,233	347	1,002
24	1,072	60	921	96	724	132	676	168	1,125	204	1,042	240	1,302	276	1,076	312	988	348	934
25	978	61	850	97	833	133	1,018	169	1,113	205	1,208	241	936	277	942	313	1,049	349	775
26	777	62	778	98	1,125	134	1,201	170	1,327	206	1,071	242	917	278	954	314	853	350	818
27	760	63	962	99	1,219	135	1,341	171	1,228	207	950	243	933	279	930	315	1,060	351	1,134
28	983	64	1,134	100	1,238	136	1,215	172	1,020	208	773	244	655	280	1,155	316	1,130	352	1,055
29	1,018	65	1,257	101	1,083	137	942	173	913	209	760	245	999	281	1,223	317	1,300	353	1,042
30	1,268	66	1,011	102	934	138	813	174	780	210	759	246	1,251	282	1,075	318	887	354	1,071
31	1,092	67	973	103	781	139	803	175	988	211	1,187	247	1,356	283	1,164	319	897	355	943
32	903	68	880	104	972	140	1,067	176	1,031	212	1,180	248	1,082	284	962	320	910	356	785
33	787	69	663	105	1,028	141	1,033	177	1,273	213	1,062	249	635	285	700	321	703	357	988
34	805	70	900	106	1,159	142	1,193	178	1,164	214	864	250	921	286	966	322	881	358	1,209
35	1,042	71	1,179	107	1,195	143	1,209	179	953	215	796	251	826	287	1,004	323	1,074	359	1,283
36	1,150	72	1,122	108	1,276	144	995	180	971	216	729	252	941	288	1,207	324	1,216	360	1,195

ตารางที่ ข.3 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 3 (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ชุดที่ 2

รูปแบบที่ 3 SIT ชุดที่ 2 (ซ้ำครั้งที่ 2)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	777	37	940	73	925	109	783	145	832	181	879	217	864	253	1,096	289	1,400	325	1,629
2	928	38	893	74	744	110	642	146	659	182	974	218	1,088	254	1,432	290	1,323	326	1,383
3	830	39	588	75	727	111	778	147	953	183	1,016	219	1,138	255	1,204	291	1,148	327	993
4	641	40	481	76	716	112	663	148	1,044	184	1,449	220	1,050	256	1,171	292	1,153	328	1,164
5	452	41	597	77	918	113	900	149	1,192	185	1,236	221	1,070	257	957	293	1,069	329	1,298
6	461	42	596	78	876	114	845	150	1,039	186	914	222	828	258	983	294	947	330	1,353
7	588	43	910	79	964	115	1,108	151	985	187	746	223	1,026	259	1,345	295	1,319	331	1,515
8	876	44	989	80	727	116	811	152	800	188	766	224	930	260	1,546	296	1,530	332	1,622
9	680	45	862	81	552	117	753	153	745	189	981	225	1,094	261	1,232	297	1,329	333	1,368
10	666	46	571	82	542	118	608	154	1,034	190	1,321	226	1,305	262	1,264	298	1,290	334	983
11	619	47	432	83	679	119	856	155	955	191	1,316	227	1,191	263	1,138	299	971	335	1,174
12	365	48	670	84	879	120	1,066	156	1,163	192	1,094	228	854	264	1,090	300	1,152	336	1,336
13	490	49	830	85	971	121	1,071	157	1,136	193	818	229	934	265	954	301	1,244	337	1,670
14	647	50	905	86	1,088	122	756	158	954	194	673	230	876	266	1,128	302	1,311	338	1,521
15	679	51	916	87	725	123	702	159	772	195	629	231	1,117	267	1,414	303	1,572	339	1,306
16	892	52	876	88	780	124	639	160	842	196	1,160	232	1,308	268	1,315	304	1,428	340	1,047
17	817	53	640	89	671	125	651	161	1,017	197	1,087	233	1,349	269	1,382	305	1,157	341	1,240
18	699	54	652	90	813	126	998	162	1,212	198	1,250	234	1,096	270	1,105	306	1,274	342	1,147
19	565	55	630	91	709	127	996	163	1,189	199	1,246	235	969	271	1,072	307	1,205	343	1,473
20	403	56	708	92	939	128	1,025	164	1,004	200	1,069	236	1,073	272	875	308	1,301	344	1,415
21	695	57	875	93	879	129	826	165	1,099	201	853	237	918	273	1,120	309	1,384	345	1,581
22	786	58	952	94	952	130	842	166	842	202	994	238	1,096	274	1,360	310	1,376	346	1,437
23	743	59	921	95	701	131	605	167	820	203	1,126	239	1,294	275	1,415	311	1,493	347	1,334
24	758	60	679	96	554	132	578	168	1,099	204	1,088	240	1,420	276	1,266	312	1,250	348	1,268
25	666	61	610	97	665	133	922	169	1,089	205	1,256	241	1,056	277	1,134	313	1,313	349	1,111
26	467	62	540	98	959	134	1,107	170	1,305	206	1,121	242	1,039	278	1,148	314	1,119	350	1,156
27	452	63	726	99	1,055	135	1,249	171	1,208	207	1,002	243	1,057	279	1,126	315	1,328	351	1,474
28	677	64	900	100	1,076	136	1,125	172	1,002	208	827	244	781	280	1,353	316	1,400	352	1,397
29	714	65	1,025	101	923	137	854	173	897	209	816	245	1,127	281	1,423	317	1,572	353	1,386
30	966	66	781	102	776	138	727	174	766	210	817	246	1,381	282	1,277	318	1,161	354	1,417
31	792	67	745	103	625	139	719	175	976	211	1,247	247	1,488	283	1,368	319	1,173	355	1,291
32	605	68	654	104	818	140	985	176	1,021	212	1,242	248	1,216	284	1,168	320	1,188	356	1,135
33	491	69	439	105	876	141	953	177	1,265	213	1,126	249	771	285	908	321	983	357	1,340
34	511	70	678	106	1,009	142	1,115	178	1,158	214	930	250	1,059	286	1,176	322	1,163	358	1,563
35	750	71	959	107	1,047	143	1,133	179	949	215	864	251	966	287	1,216	323	1,358	359	1,639
36	860	72	904	108	1,130	144	921	180	969	216	799	252	1,083	288	1,421	324	1,502	360	1,553

ตารางที่ ข.4 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 4 (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง ชุดที่ 2

รูปแบบที่ 4 SDT ชุดที่ 2 (ซ้ำครั้งที่ 2)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,496	37	1,515	73	1,356	109	1,070	145	975	181	878	217	719	253	807	289	967	325	1,052
2	1,643	38	1,464	74	1,171	110	925	146	798	182	969	218	939	254	1,139	290	886	326	802
3	1,541	39	1,155	75	1,150	111	1,057	147	1,088	183	1,007	219	985	255	907	291	707	327	408
4	1,348	40	1,044	76	1,135	112	938	148	1,175	184	1,436	220	893	256	870	292	708	328	575
5	1,155	41	1,156	77	1,333	113	1,171	149	1,319	185	1,219	221	909	257	652	293	620	329	705
6	1,160	42	1,151	78	1,287	114	1,112	150	1,162	186	893	222	663	258	674	294	494	330	756
7	1,283	43	1,461	79	1,371	115	1,371	151	1,104	187	721	223	857	259	1,032	295	862	331	914
8	1,567	44	1,536	80	1,130	116	1,070	152	915	188	737	224	757	260	1,229	296	1,069	332	1,017
9	1,367	45	1,405	81	951	117	1,008	153	856	189	948	225	917	261	911	297	864	333	759
10	1,349	46	1,110	82	937	118	859	154	1,141	190	1,284	226	1,124	262	939	298	821	334	370
11	1,298	47	967	83	1,070	119	1,103	155	1,058	191	1,275	227	1,006	263	809	299	498	335	557
12	1,040	48	1,201	84	1,266	120	1,309	156	1,262	192	1,049	228	665	264	757	300	675	336	715
13	1,161	49	1,357	85	1,354	121	1,310	157	1,231	193	769	229	741	265	617	301	763	337	1,045
14	1,314	50	1,428	86	1,467	122	991	158	1,045	194	620	230	679	266	787	302	826	338	892
15	1,342	51	1,435	87	1,100	123	933	159	859	195	572	231	916	267	1,069	303	1,083	339	673
16	1,551	52	1,391	88	1,151	124	866	160	925	196	1,099	232	1,103	268	966	304	935	340	410
17	1,472	53	1,151	89	1,038	125	874	161	1,096	197	1,022	233	1,140	269	1,029	305	660	341	599
18	1,350	54	1,159	90	1,176	126	1,217	162	1,287	198	1,181	234	883	270	748	306	773	342	502
19	1,212	55	1,133	91	1,068	127	1,211	163	1,260	199	1,173	235	752	271	711	307	700	343	824
20	1,046	56	1,207	92	1,294	128	1,236	164	1,071	200	992	236	852	272	510	308	792	344	762
21	1,334	57	1,370	93	1,230	129	1,033	165	1,162	201	772	237	693	273	751	309	871	345	924
22	1,421	58	1,443	94	1,299	130	1,045	166	901	202	909	238	867	274	987	310	859	346	776
23	1,374	59	1,408	95	1,044	131	804	167	875	203	1,037	239	1,061	275	1,038	311	972	347	669
24	1,385	60	1,162	96	893	132	773	168	1,150	204	995	240	1,183	276	885	312	725	348	599
25	1,289	61	1,089	97	1,000	133	1,113	169	1,136	205	1,159	241	815	277	749	313	784	349	438
26	1,086	62	1,015	98	1,290	134	1,294	170	1,348	206	1,020	242	794	278	759	314	586	350	479
27	1,067	63	1,197	99	1,382	135	1,432	171	1,247	207	897	243	808	279	733	315	791	351	793
28	1,288	64	1,367	100	1,399	136	1,304	172	1,037	208	718	244	528	280	956	316	859	352	712
29	1,321	65	1,488	101	1,242	137	1,029	173	928	209	703	245	870	281	1,022	317	1,027	353	697
30	1,569	66	1,240	102	1,091	138	898	174	793	210	700	246	1,120	282	872	318	612	354	724
31	1,391	67	1,200	103	936	139	886	175	999	211	1,126	247	1,223	283	959	319	620	355	594
32	1,200	68	1,105	104	1,125	140	1,148	176	1,040	212	1,117	248	947	284	755	320	631	356	434
33	1,082	69	886	105	1,179	141	1,112	177	1,280	213	997	249	498	285	491	321	422	357	635
34	1,098	70	1,121	106	1,308	142	1,270	178	1,169	214	797	250	782	286	755	322	598	358	854
35	1,333	71	1,398	107	1,342	143	1,284	179	956	215	727	251	685	287	791	323	789	359	926
36	1,439	72	1,339	108	1,421	144	1,068	180	972	216	658	252	798	288	992	324	929	360	836

ตารางที่ ข.5 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 1 (Continuous (CON)) เป็นความต้องการโดยไม่มีทั้ง
แนวโน้มและฤดูกาล ชุดที่ 3

รูปแบบที่ 1 CON ชุดที่ 3 (ซ้ำครั้งที่ 3)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,091	37	893	73	969	109	1,149	145	1,013	181	957	217	1,172	253	994	289	1,010	325	1,015
2	942	38	1,137	74	1,021	110	859	146	789	182	1,068	218	974	254	934	290	1,105	326	968
3	946	39	972	75	981	111	1,146	147	920	183	910	219	1,069	255	886	291	1,203	327	990
4	1,125	40	976	76	997	112	946	148	990	184	944	220	1,045	256	1,017	292	833	328	897
5	916	41	1,016	77	879	113	1,075	149	955	185	928	221	867	257	936	293	990	329	901
6	1,076	42	1,119	78	1,054	114	904	150	1,036	186	1,024	222	1,025	258	949	294	1,026	330	1,078
7	874	43	968	79	999	115	889	151	1,028	187	1,017	223	1,076	259	1,085	295	807	331	1,062
8	1,052	44	954	80	985	116	915	152	1,045	188	1,074	224	941	260	1,091	296	1,042	332	1,019
9	1,035	45	992	81	1,015	117	1,026	153	1,047	189	926	225	813	261	1,035	297	1,053	333	860
10	968	46	1,144	82	1,170	118	965	154	926	190	920	226	920	262	971	298	936	334	829
11	931	47	927	83	1,033	119	943	155	1,104	191	1,072	227	814	263	1,276	299	956	335	1,129
12	975	48	963	84	956	120	1,128	156	778	192	1,065	228	1,124	264	861	300	1,124	336	787
13	918	49	1,129	85	1,245	121	1,011	157	809	193	984	229	787	265	869	301	1,123	337	1,267
14	939	50	890	86	1,024	122	1,039	158	933	194	923	230	934	266	1,052	302	1,160	338	877
15	953	51	948	87	1,036	123	935	159	1,148	195	1,014	231	1,017	267	1,046	303	1,170	339	1,033
16	994	52	904	88	1,032	124	1,033	160	1,072	196	990	232	1,068	268	1,045	304	939	340	949
17	867	53	1,002	89	1,067	125	1,059	161	1,006	197	905	233	949	269	1,218	305	792	341	996
18	1,084	54	973	90	883	126	1,047	162	761	198	1,137	234	1,091	270	927	306	1,110	342	1,127
19	1,070	55	1,128	91	870	127	848	163	946	199	1,025	235	1,034	271	992	307	788	343	935
20	1,045	56	1,232	92	1,023	128	1,007	164	1,087	200	1,034	236	1,085	272	935	308	984	344	1,030
21	936	57	962	93	862	129	1,002	165	964	201	925	237	950	273	930	309	1,055	345	1,019
22	901	58	971	94	1,005	130	871	166	918	202	904	238	824	274	946	310	960	346	1,172
23	959	59	1,133	95	1,010	131	948	167	996	203	1,060	239	1,068	275	907	311	1,096	347	1,027
24	1,119	60	797	96	1,025	132	752	168	959	204	1,142	240	936	276	1,128	312	1,061	348	888
25	920	61	933	97	871	133	943	169	1,041	205	1,099	241	1,095	277	857	313	940	349	883
26	1,063	62	1,105	98	1,002	134	892	170	947	206	1,054	242	1,108	278	846	314	953	350	1,171
27	1,107	63	980	99	1,123	135	1,012	171	797	207	936	243	862	279	1,229	315	1,053	351	1,179
28	1,080	64	948	100	1,060	136	1,063	172	774	208	864	244	886	280	1,092	316	907	352	924
29	1,058	65	994	101	886	137	926	173	1,111	209	1,035	245	1,025	281	945	317	922	353	1,230
30	1,031	66	1,052	102	838	138	970	174	1,055	210	951	246	958	282	925	318	1,121	354	818
31	1,014	67	958	103	1,081	139	1,121	175	989	211	769	247	1,088	283	820	319	1,159	355	1,085
32	971	68	897	104	948	140	1,066	176	933	212	913	248	1,021	284	1,043	320	934	356	956
33	746	69	1,076	105	1,051	141	886	177	916	213	796	249	888	285	821	321	921	357	879
34	928	70	972	106	1,101	142	830	178	750	214	1,027	250	981	286	902	322	990	358	1,087
35	1,032	71	999	107	858	143	888	179	1,118	215	968	251	926	287	752	323	784	359	910
36	1,055	72	924	108	1,142	144	906	180	990	216	758	252	991	288	817	324	1,114	360	945

ตารางที่ ข.6 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 2 (Seasonality (SEA)) เป็นความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม
แต่มีฤดูกาล ชุดที่ 3

รูปแบบที่ 2 SEA ชุดที่ 3 (ซ้ำครั้งที่ 3)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,247	37	1,089	73	1,062	109	1,071	145	822	181	790	217	1,153	253	1,135	289	1,209	325	1,128
2	1,137	38	1,227	74	940	110	666	146	624	182	1,051	218	1,117	254	1,133	290	1,214	326	909
3	1,033	39	888	75	787	111	984	147	906	183	1,055	219	1,267	255	993	291	1,141	327	804
4	1,039	40	782	76	836	112	936	148	1,138	184	1,142	220	1,150	256	952	292	645	328	724
5	721	41	857	77	872	113	1,225	149	1,152	185	1,029	221	799	257	748	293	818	329	871
6	919	42	1,115	78	1,206	114	1,101	150	1,135	186	953	222	835	258	779	294	999	330	1,214
7	874	43	1,122	79	1,196	115	985	151	954	187	827	223	908	259	1,062	295	945	331	1,261
8	1,208	44	1,150	80	1,078	116	838	152	854	188	908	224	921	260	1,231	296	1,241	332	1,132
9	1,230	45	1,083	81	935	117	833	153	883	189	909	225	956	261	1,234	297	1,163	333	801
10	1,056	46	1,061	82	977	118	802	154	912	190	1,065	226	1,118	262	1,079	298	875	334	643
11	845	47	733	83	872	119	933	155	1,251	191	1,270	227	918	263	1,212	299	769	335	956
12	780	48	804	84	948	120	1,277	156	976	192	1,167	228	1,057	264	672	300	952	336	757
13	761	49	1,125	85	1,396	121	1,209	157	908	193	913	229	598	265	699	301	1,096	337	1,402
14	938	50	1,043	86	1,220	122	1,136	158	860	194	733	230	765	266	1,028	302	1,298	338	1,076
15	1,109	51	1,144	87	1,130	123	859	159	956	195	847	231	996	267	1,187	303	1,369	339	1,146
16	1,190	52	995	88	953	124	840	160	907	196	973	232	1,210	268	1,244	304	1,050	340	891
17	955	53	919	89	874	125	896	161	991	197	1,049	233	1,148	269	1,326	305	731	341	810
18	999	54	779	90	722	126	1,036	162	908	198	1,336	234	1,197	270	863	306	923	342	953
19	876	55	969	91	862	127	997	163	1,143	199	1,128	235	967	271	804	307	616	343	904
20	888	56	1,227	92	1,174	128	1,204	164	1,187	200	964	236	896	272	765	308	956	344	1,165
21	934	57	1,115	93	1,058	129	1,100	165	891	201	735	237	782	273	905	309	1,192	345	1,218
22	1,056	58	1,167	94	1,100	130	795	166	727	202	737	238	802	274	1,086	310	1,160	346	1,286
23	1,155	59	1,225	95	931	131	756	167	831	203	1,041	239	1,210	275	1,106	311	1,207	347	970
24	1,208	60	715	96	832	132	589	168	943	204	1,287	240	1,135	276	1,237	312	1,001	348	703
25	835	61	740	97	709	133	931	169	1,187	205	1,297	241	1,201	277	794	313	753	349	709
26	869	62	946	98	993	134	1,040	170	1,145	206	1,158	242	1,042	278	658	314	780	350	1,139
27	949	63	974	99	1,274	135	1,209	171	897	207	866	243	673	279	1,058	315	1,025	351	1,314
28	1,077	64	1,101	100	1,257	136	1,161	172	702	208	674	244	716	280	1,067	316	1,044	352	1,123
29	1,213	65	1,190	101	981	137	850	173	920	209	868	245	1,003	281	1,085	317	1,121	353	1,345
30	1,227	66	1,144	102	760	138	778	174	889	210	932	246	1,099	282	1,124	318	1,233	354	762
31	1,103	67	877	103	888	139	957	175	974	211	913	247	1,287	283	929	319	1,099	355	899
32	887	68	704	104	786	140	1,053	176	1,079	212	1,111	248	1,127	284	980	320	748	356	782
33	552	69	916	105	1,041	141	1,034	177	1,114	213	900	249	822	285	633	321	749	357	847
34	770	70	966	106	1,251	142	1,028	178	851	214	958	250	792	286	731	322	961	358	1,221
35	1,029	71	1,152	107	1,055	143	986	179	1,046	215	778	251	757	287	726	323	920	359	1,109
36	1,209	72	1,120	108	1,237	144	831	180	799	216	590	252	968	288	956	324	1,313	360	1,060

ตารางที่ ข.7 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 3 (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ชุดที่ 3

รูปแบบที่ 3 SIT ชุดที่ 3 (ซ้ำครั้งที่ 3)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	887	37	801	73	846	109	927	145	750	181	790	217	1,225	253	1,279	289	1,425	325	1,416
2	779	38	941	74	726	110	524	146	554	182	1,053	218	1,191	254	1,279	290	1,432	326	1,199
3	677	39	604	75	575	111	844	147	838	183	1,059	219	1,343	255	1,141	291	1,361	327	1,096
4	685	40	500	76	626	112	798	148	1,072	184	1,148	220	1,228	256	1,102	292	867	328	1,018
5	369	41	577	77	664	113	1,089	149	1,088	185	1,037	221	879	257	900	293	1,042	329	1,167
6	569	42	837	78	1,000	114	967	150	1,073	186	963	222	917	258	933	294	1,225	330	1,512
7	526	43	846	79	992	115	853	151	894	187	839	223	992	259	1,218	295	1,173	331	1,561
8	862	44	876	80	876	116	708	152	796	188	922	224	1,007	260	1,389	296	1,471	332	1,434
9	886	45	811	81	735	117	705	153	827	189	925	225	1,044	261	1,394	297	1,395	333	1,105
10	714	46	791	82	779	118	676	154	858	190	1,083	226	1,208	262	1,241	298	1,109	334	949
11	505	47	465	83	676	119	809	155	1,199	191	1,290	227	1,010	263	1,376	299	1,005	335	1,264
12	442	48	538	84	754	120	1,155	156	926	192	1,189	228	1,151	264	838	300	1,190	336	1,067
13	425	49	861	85	1,204	121	1,089	157	860	193	937	229	694	265	867	301	1,336	337	1,714
14	604	50	781	86	1,030	122	1,018	158	814	194	759	230	863	266	1,198	302	1,540	338	1,390
15	777	51	884	87	942	123	743	159	912	195	875	231	1,096	267	1,359	303	1,613	339	1,462
16	860	52	737	88	767	124	726	160	865	196	1,003	232	1,312	268	1,418	304	1,296	340	1,209
17	627	53	663	89	690	125	784	161	951	197	1,081	233	1,252	269	1,502	305	979	341	1,130
18	673	54	525	90	540	126	926	162	870	198	1,370	234	1,303	270	1,041	306	1,173	342	1,275
19	552	55	717	91	682	127	889	163	1,107	199	1,164	235	1,075	271	984	307	868	343	1,228
20	566	56	977	92	996	128	1,098	164	1,153	200	1,002	236	1,006	272	947	308	1,210	344	1,491
21	614	57	867	93	882	129	996	165	859	201	775	237	894	273	1,089	309	1,448	345	1,546
22	738	58	921	94	926	130	693	166	697	202	779	238	916	274	1,272	310	1,418	346	1,616
23	839	59	981	95	759	131	656	167	803	203	1,085	239	1,326	275	1,294	311	1,467	347	1,302
24	894	60	473	96	662	132	491	168	917	204	1,333	240	1,253	276	1,427	312	1,263	348	1,037
25	523	61	500	97	541	133	835	169	1,163	205	1,345	241	1,321	277	986	313	1,017	349	1,045
26	559	62	708	98	827	134	946	170	1,123	206	1,208	242	1,164	278	852	314	1,046	350	1,477
27	641	63	738	99	1,110	135	1,117	171	877	207	918	243	797	279	1,254	315	1,293	351	1,654
28	771	64	867	100	1,095	136	1,071	172	684	208	728	244	842	280	1,265	316	1,314	352	1,465
29	909	65	958	101	821	137	762	173	904	209	924	245	1,131	281	1,285	317	1,393	353	1,689
30	925	66	914	102	602	138	692	174	875	210	990	246	1,229	282	1,326	318	1,507	354	1,108
31	803	67	649	103	732	139	873	175	962	211	973	247	1,419	283	1,133	319	1,375	355	1,247
32	589	68	478	104	632	140	971	176	1,069	212	1,173	248	1,261	284	1,186	320	1,026	356	1,132
33	256	69	692	105	889	141	954	177	1,106	213	964	249	958	285	841	321	1,029	357	1,199
34	476	70	744	106	1,101	142	950	178	845	214	1,024	250	930	286	941	322	1,243	358	1,575
35	737	71	932	107	907	143	910	179	1,042	215	846	251	897	287	938	323	1,204	359	1,465
36	919	72	902	108	1,091	144	757	180	797	216	660	252	1,110	288	1,170	324	1,599	360	1,418

ตารางที่ ข.8 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 4 (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง ชุดที่ 3

รูปแบบที่ 4 SDT ชุดที่ 3 (ซ้ำครั้งที่ 3)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,606	37	1,376	73	1,277	109	1,214	145	893	181	789	217	1,080	253	990	289	992	325	839
2	1,494	38	1,512	74	1,153	110	807	146	693	182	1,048	218	1,042	254	986	290	995	326	618
3	1,388	39	1,171	75	998	111	1,123	147	973	183	1,050	219	1,190	255	844	291	920	327	511
4	1,392	40	1,063	76	1,045	112	1,073	148	1,203	184	1,135	220	1,071	256	801	292	422	328	429
5	1,072	41	1,136	77	1,079	113	1,360	149	1,215	185	1,020	221	718	257	595	293	593	329	574
6	1,268	42	1,392	78	1,411	114	1,234	150	1,196	186	942	222	752	258	624	294	772	330	915
7	1,221	43	1,397	79	1,399	115	1,116	151	1,013	187	814	223	823	259	905	295	716	331	960
8	1,553	44	1,423	80	1,279	116	967	152	911	188	893	224	834	260	1,072	296	1,010	332	829
9	1,573	45	1,354	81	1,134	117	960	153	938	189	892	225	867	261	1,073	297	930	333	496
10	1,397	46	1,330	82	1,174	118	927	154	965	190	1,046	226	1,027	262	916	298	640	334	336
11	1,184	47	1,000	83	1,067	119	1,056	155	1,302	191	1,249	227	825	263	1,047	299	532	335	647
12	1,117	48	1,069	84	1,141	120	1,398	156	1,025	192	1,144	228	962	264	505	300	713	336	446
13	1,096	49	1,388	85	1,587	121	1,328	157	955	193	888	229	501	265	530	301	855	337	1,089
14	1,271	50	1,304	86	1,409	122	1,253	158	905	194	706	230	666	266	857	302	1,055	338	761
15	1,440	51	1,403	87	1,317	123	974	159	999	195	818	231	895	267	1,014	303	1,124	339	829
16	1,519	52	1,252	88	1,138	124	953	160	948	196	942	232	1,107	268	1,069	304	803	340	572
17	1,282	53	1,174	89	1,057	125	1,007	161	1,030	197	1,016	233	1,043	269	1,149	305	482	341	489
18	1,324	54	1,032	90	903	126	1,145	162	945	198	1,301	234	1,090	270	684	306	672	342	630
19	1,199	55	1,220	91	1,041	127	1,104	163	1,178	199	1,091	235	858	271	623	307	363	343	579
20	1,209	56	1,476	92	1,351	128	1,309	164	1,220	200	925	236	785	272	582	308	701	344	838
21	1,253	57	1,362	93	1,233	129	1,203	165	922	201	694	237	669	273	720	309	935	345	889
22	1,373	58	1,412	94	1,273	130	896	166	756	202	694	238	687	274	899	310	901	346	955
23	1,470	59	1,468	95	1,102	131	855	167	858	203	996	239	1,093	275	917	311	946	347	637
24	1,521	60	956	96	1,001	132	686	168	968	204	1,240	240	1,016	276	1,046	312	738	348	368
25	1,146	61	979	97	876	133	1,026	169	1,210	205	1,248	241	1,080	277	601	313	488	349	372
26	1,178	62	1,183	98	1,158	134	1,133	170	1,166	206	1,107	242	919	278	463	314	513	350	800
27	1,256	63	1,209	99	1,437	135	1,300	171	916	207	813	243	548	279	861	315	756	351	973
28	1,382	64	1,334	100	1,418	136	1,250	172	719	208	619	244	589	280	868	316	773	352	780
29	1,516	65	1,421	101	1,140	137	937	173	935	209	811	245	874	281	884	317	848	353	1,000
30	1,528	66	1,373	102	917	138	863	174	902	210	873	246	968	282	921	318	958	354	415
31	1,402	67	1,104	103	1,043	139	1,040	175	985	211	852	247	1,154	283	724	319	822	355	550
32	1,184	68	929	104	939	140	1,134	176	1,088	212	1,048	248	992	284	773	320	469	356	431
33	847	69	1,139	105	1,192	141	1,113	177	1,121	213	835	249	685	285	424	321	468	357	494
34	1,063	70	1,187	106	1,400	142	1,105	178	856	214	891	250	653	286	520	322	678	358	866
35	1,320	71	1,371	107	1,202	143	1,061	179	1,049	215	709	251	616	287	513	323	635	359	752
36	1,498	72	1,337	108	1,382	144	904	180	800	216	519	252	825	288	741	324	1,026	360	701

ตารางที่ ข.9 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 1 (Continuous (CON)) เป็นความต้องการโดยไม่มีทั้ง
แนวโน้มและฤดูกาล ชุดที่ 4

รูปแบบที่ 1 CON ชุดที่ 4 (ซ้ำครั้งที่ 4)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,058	37	1,122	73	980	109	1,036	145	996	181	1,005	217	1,012	253	932	289	1,158	325	917
2	1,016	38	921	74	1,215	110	1,032	146	1,002	182	896	218	821	254	1,270	290	1,038	326	854
3	914	39	868	75	981	111	1,043	147	870	183	748	219	1,068	255	992	291	820	327	948
4	797	40	1,093	76	1,057	112	1,046	148	1,121	184	1,058	220	950	256	973	292	1,009	328	687
5	1,071	41	1,088	77	879	113	998	149	1,008	185	1,129	221	980	257	1,096	293	1,008	329	724
6	995	42	926	78	1,041	114	1,060	150	796	186	944	222	1,139	258	948	294	984	330	1,068
7	1,089	43	1,059	79	1,091	115	856	151	977	187	1,075	223	916	259	1,090	295	1,168	331	1,011
8	1,031	44	960	80	1,205	116	1,040	152	1,046	188	891	224	730	260	921	296	959	332	1,092
9	937	45	998	81	924	117	1,084	153	1,104	189	1,055	225	1,074	261	945	297	809	333	923
10	920	46	1,019	82	896	118	906	154	968	190	1,000	226	1,065	262	867	298	1,047	334	908
11	919	47	1,190	83	1,020	119	850	155	779	191	1,086	227	920	263	1,112	299	1,102	335	894
12	973	48	960	84	1,145	120	1,052	156	1,166	192	985	228	977	264	923	300	1,179	336	828
13	883	49	960	85	961	121	1,024	157	1,089	193	1,029	229	1,066	265	1,095	301	1,037	337	1,079
14	1,265	50	1,072	86	1,048	122	969	158	981	194	913	230	881	266	856	302	1,009	338	1,009
15	1,058	51	1,199	87	937	123	1,030	159	833	195	1,061	231	1,088	267	1,024	303	908	339	1,059
16	888	52	1,052	88	997	124	1,090	160	990	196	875	232	853	268	1,077	304	959	340	1,086
17	982	53	1,022	89	1,076	125	975	161	930	197	1,058	233	948	269	1,047	305	1,103	341	1,040
18	956	54	1,116	90	847	126	1,011	162	1,059	198	1,106	234	1,026	270	1,005	306	942	342	1,077
19	1,041	55	967	91	846	127	1,050	163	928	199	947	235	960	271	986	307	962	343	915
20	1,085	56	1,046	92	1,135	128	831	164	872	200	1,072	236	1,019	272	982	308	1,210	344	960
21	1,000	57	908	93	957	129	1,177	165	897	201	888	237	1,085	273	982	309	971	345	854
22	953	58	982	94	1,029	130	1,023	166	1,134	202	1,052	238	988	274	1,096	310	955	346	1,133
23	1,090	59	798	95	940	131	869	167	1,013	203	1,100	239	1,082	275	766	311	1,054	347	1,073
24	1,198	60	1,119	96	1,017	132	1,065	168	833	204	1,022	240	930	276	1,061	312	916	348	1,070
25	940	61	1,079	97	787	133	885	169	882	205	955	241	1,025	277	880	313	932	349	1,025
26	737	62	911	98	1,133	134	954	170	1,007	206	1,095	242	1,000	278	963	314	895	350	872
27	1,036	63	1,149	99	1,165	135	1,031	171	1,110	207	928	243	982	279	1,033	315	727	351	969
28	1,048	64	1,092	100	902	136	1,227	172	1,039	208	1,025	244	1,087	280	933	316	1,069	352	927
29	922	65	854	101	915	137	959	173	1,097	209	1,036	245	987	281	1,166	317	908	353	972
30	966	66	966	102	986	138	993	174	1,079	210	1,107	246	850	282	949	318	968	354	1,076
31	1,122	67	1,020	103	891	139	944	175	1,055	211	690	247	883	283	1,089	319	872	355	1,027
32	1,018	68	940	104	815	140	960	176	948	212	1,070	248	1,118	284	1,035	320	1,043	356	951
33	878	69	881	105	1,017	141	983	177	1,239	213	1,000	249	981	285	1,041	321	1,018	357	1,073
34	1,112	70	930	106	973	142	991	178	1,118	214	1,061	250	1,155	286	853	322	1,073	358	935
35	1,160	71	1,048	107	1,120	143	933	179	1,104	215	1,146	251	1,023	287	1,133	323	935	359	1,141
36	1,021	72	853	108	1,107	144	859	180	1,015	216	954	252	979	288	969	324	888	360	930

ตารางที่ ข.10 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 2 (Seasonality (SEA)) เป็นความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม
แต่มีฤดูกาล ชุดที่ 4

รูปแบบที่ 2 SEA ชุดที่ 4 (ซ้ำครั้งที่ 4)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,214	37	1,318	73	1,072	109	958	145	805	181	839	217	992	253	1,073	289	1,357	325	1,029
2	1,211	38	1,011	74	1,135	110	839	146	837	182	879	218	964	254	1,469	290	1,148	326	795
3	1,001	39	784	75	787	111	881	147	857	183	893	219	1,266	255	1,099	291	757	327	762
4	710	40	899	76	897	112	1,036	148	1,268	184	1,256	220	1,054	256	908	292	822	328	514
5	877	41	930	77	872	113	1,148	149	1,206	185	1,231	221	911	257	908	293	836	329	694
6	838	42	922	78	1,193	114	1,257	150	895	186	873	222	949	258	778	294	958	330	1,204
7	1,088	43	1,213	79	1,287	115	952	151	903	187	885	223	748	259	1,066	295	1,306	331	1,210
8	1,187	44	1,155	80	1,298	116	963	152	854	188	724	224	710	260	1,062	296	1,158	332	1,205
9	1,132	45	1,089	81	844	117	892	153	939	189	1,038	225	1,217	261	1,144	297	919	333	864
10	1,008	46	936	82	702	118	744	154	954	190	1,145	226	1,263	262	974	298	986	334	722
11	833	47	996	83	859	119	839	155	926	191	1,284	227	1,025	263	1,047	299	915	335	720
12	778	48	801	84	1,137	120	1,202	156	1,364	192	1,087	228	909	264	735	300	1,007	336	798
13	726	49	955	85	1,112	121	1,221	157	1,189	193	958	229	877	265	925	301	1,010	337	1,215
14	1,264	50	1,226	86	1,245	122	1,066	158	907	194	722	230	712	266	832	302	1,146	338	1,209
15	1,214	51	1,395	87	1,031	123	953	159	641	195	895	231	1,067	267	1,164	303	1,107	339	1,172
16	1,083	52	1,143	88	917	124	898	160	825	196	857	232	996	268	1,276	304	1,070	340	1,028
17	1,070	53	939	89	883	125	812	161	915	197	1,203	233	1,147	269	1,155	305	1,042	341	855
18	871	54	922	90	686	126	1,000	162	1,206	198	1,304	234	1,131	270	940	306	755	342	903
19	847	55	808	91	837	127	1,198	163	1,126	199	1,050	235	893	271	798	307	790	343	884
20	927	56	1,041	92	1,286	128	1,028	164	972	200	1,002	236	830	272	812	308	1,182	344	1,095
21	998	57	1,062	93	1,154	129	1,274	165	824	201	698	237	916	273	957	309	1,109	345	1,053
22	1,109	58	1,178	94	1,123	130	947	166	943	202	885	238	967	274	1,235	310	1,154	346	1,247
23	1,286	59	889	95	861	131	677	167	848	203	1,081	239	1,224	275	965	311	1,166	347	1,016
24	1,287	60	1,037	96	824	132	902	168	818	204	1,166	240	1,129	276	1,169	312	856	348	885
25	855	61	886	97	625	133	873	169	1,028	205	1,153	241	1,131	277	817	313	745	349	851
26	542	62	751	98	1,124	134	1,102	170	1,205	206	1,198	242	933	278	775	314	722	350	840
27	878	63	1,143	99	1,316	135	1,228	171	1,211	207	858	243	793	279	862	315	698	351	1,104
28	1,046	64	1,244	100	1,099	136	1,325	172	966	208	836	244	918	280	908	316	1,206	352	1,127
29	1,077	65	1,050	101	1,010	137	883	173	906	209	869	245	965	281	1,305	317	1,108	353	1,087
30	1,162	66	1,058	102	907	138	801	174	913	210	1,088	246	991	282	1,148	318	1,080	354	1,020
31	1,212	67	939	103	698	139	780	175	1,039	211	834	247	1,081	283	1,198	319	812	355	842
32	934	68	747	104	653	140	948	176	1,094	212	1,268	248	1,224	284	973	320	856	356	777
33	684	69	721	105	1,008	141	1,131	177	1,436	213	1,104	249	915	285	853	321	846	357	1,041
34	954	70	924	106	1,124	142	1,188	178	1,219	214	992	250	966	286	682	322	1,044	358	1,069
35	1,157	71	1,200	107	1,317	143	1,031	179	1,032	215	956	251	853	287	1,107	323	1,071	359	1,341
36	1,175	72	1,049	108	1,202	144	784	180	824	216	786	252	956	288	1,108	324	1,088	360	1,046

ตารางที่ ข.11 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 3 (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ชุดที่ 4

รูปแบบที่ 3 SIT ชุดที่ 4 (ซ้ำครั้งที่ 4)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	854	37	1,030	73	856	109	814	145	733	181	839	217	1,064	253	1,217	289	1,573	325	1,317
2	853	38	725	74	921	110	697	146	767	182	881	218	1,038	254	1,615	290	1,366	326	1,085
3	645	39	500	75	575	111	741	147	789	183	897	219	1,342	255	1,247	291	977	327	1,054
4	356	40	617	76	687	112	898	148	1,202	184	1,262	220	1,132	256	1,058	292	1,044	328	808
5	525	41	650	77	664	113	1,012	149	1,142	185	1,239	221	991	257	1,060	293	1,060	329	990
6	488	42	644	78	987	114	1,123	150	833	186	883	222	1,031	258	932	294	1,184	330	1,502
7	740	43	937	79	1,083	115	820	151	843	187	897	223	832	259	1,222	295	1,534	331	1,510
8	841	44	881	80	1,096	116	833	152	796	188	738	224	796	260	1,220	296	1,388	332	1,507
9	788	45	817	81	644	117	764	153	883	189	1,054	225	1,305	261	1,304	297	1,151	333	1,168
10	666	46	666	82	504	118	618	154	900	190	1,163	226	1,353	262	1,136	298	1,220	334	1,028
11	493	47	728	83	663	119	715	155	874	191	1,304	227	1,117	263	1,211	299	1,151	335	1,028
12	440	48	535	84	943	120	1,080	156	1,314	192	1,109	228	1,003	264	901	300	1,245	336	1,108
13	390	49	691	85	920	121	1,101	157	1,141	193	982	229	973	265	1,093	301	1,250	337	1,527
14	930	50	964	86	1,055	122	948	158	861	194	748	230	810	266	1,002	302	1,388	338	1,523
15	882	51	1,135	87	843	123	837	159	597	195	923	231	1,167	267	1,336	303	1,351	339	1,488
16	753	52	885	88	731	124	784	160	783	196	887	232	1,098	268	1,450	304	1,316	340	1,346
17	742	53	683	89	699	125	700	161	875	197	1,235	233	1,251	269	1,331	305	1,290	341	1,175
18	545	54	668	90	504	126	890	162	1,168	198	1,338	234	1,237	270	1,118	306	1,005	342	1,225
19	523	55	556	91	657	127	1,090	163	1,090	199	1,086	235	1,001	271	978	307	1,042	343	1,208
20	605	56	791	92	1,108	128	922	164	938	200	1,040	236	940	272	994	308	1,436	344	1,421
21	678	57	814	93	978	129	1,170	165	792	201	738	237	1,028	273	1,141	309	1,365	345	1,381
22	791	58	932	94	949	130	845	166	913	202	927	238	1,081	274	1,421	310	1,412	346	1,577
23	970	59	645	95	689	131	577	167	820	203	1,125	239	1,340	275	1,153	311	1,426	347	1,348
24	973	60	795	96	654	132	804	168	792	204	1,212	240	1,247	276	1,359	312	1,118	348	1,219
25	543	61	646	97	457	133	777	169	1,004	205	1,201	241	1,251	277	1,009	313	1,009	349	1,187
26	232	62	513	98	958	134	1,008	170	1,183	206	1,248	242	1,055	278	969	314	988	350	1,178
27	570	63	907	99	1,152	135	1,136	171	1,191	207	910	243	917	279	1,058	315	966	351	1,444
28	740	64	1,010	100	937	136	1,235	172	948	208	890	244	1,044	280	1,106	316	1,476	352	1,469
29	773	65	818	101	850	137	795	173	890	209	925	245	1,093	281	1,505	317	1,380	353	1,431
30	860	66	828	102	749	138	715	174	899	210	1,146	246	1,121	282	1,350	318	1,354	354	1,366
31	912	67	711	103	542	139	696	175	1,027	211	894	247	1,213	283	1,402	319	1,088	355	1,190
32	636	68	521	104	499	140	866	176	1,084	212	1,330	248	1,358	284	1,179	320	1,134	356	1,127
33	388	69	497	105	856	141	1,051	177	1,428	213	1,168	249	1,051	285	1,061	321	1,126	357	1,393
34	660	70	702	106	974	142	1,110	178	1,213	214	1,058	250	1,104	286	892	322	1,326	358	1,423
35	865	71	980	107	1,169	143	955	179	1,028	215	1,024	251	993	287	1,319	323	1,355	359	1,697
36	885	72	831	108	1,056	144	710	180	822	216	856	252	1,098	288	1,322	324	1,374	360	1,404

ตารางที่ ข.12 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 4 (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง ชุดที่ 4

รูปแบบที่ 4 SDT ชุดที่ 4 (ซ้ำครั้งที่ 4)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,573	37	1,605	73	1,287	109	1,101	145	876	181	838	217	919	253	928	289	1,140	325	740
2	1,568	38	1,296	74	1,348	110	980	146	906	182	876	218	889	254	1,322	290	929	326	504
3	1,356	39	1,067	75	998	111	1,020	147	924	183	888	219	1,189	255	950	291	536	327	469
4	1,063	40	1,180	76	1,106	112	1,173	148	1,333	184	1,249	220	975	256	757	292	599	328	219
5	1,228	41	1,209	77	1,079	113	1,283	149	1,269	185	1,222	221	830	257	755	293	611	329	397
6	1,187	42	1,199	78	1,398	114	1,390	150	956	186	862	222	866	258	623	294	731	330	905
7	1,435	43	1,488	79	1,490	115	1,083	151	962	187	872	223	663	259	909	295	1,077	331	909
8	1,532	44	1,428	80	1,499	116	1,092	152	911	188	709	224	623	260	903	296	927	332	902
9	1,475	45	1,360	81	1,043	117	1,019	153	994	189	1,021	225	1,128	261	983	297	686	333	559
10	1,349	46	1,205	82	899	118	869	154	1,007	190	1,126	226	1,172	262	811	298	751	334	415
11	1,172	47	1,263	83	1,054	119	962	155	977	191	1,263	227	932	263	882	299	678	335	411
12	1,115	48	1,066	84	1,330	120	1,323	156	1,413	192	1,064	228	814	264	568	300	768	336	487
13	1,061	49	1,218	85	1,303	121	1,340	157	1,236	193	933	229	780	265	756	301	769	337	902
14	1,597	50	1,487	86	1,434	122	1,183	158	952	194	695	230	613	266	661	302	903	338	894
15	1,545	51	1,654	87	1,218	123	1,068	159	684	195	866	231	966	267	991	303	862	339	855
16	1,412	52	1,400	88	1,102	124	1,011	160	866	196	826	232	893	268	1,101	304	823	340	709
17	1,397	53	1,194	89	1,066	125	923	161	954	197	1,170	233	1,042	269	978	305	793	341	534
18	1,196	54	1,175	90	867	126	1,109	162	1,243	198	1,269	234	1,024	270	761	306	504	342	580
19	1,170	55	1,059	91	1,016	127	1,305	163	1,161	199	1,013	235	784	271	617	307	537	343	559
20	1,248	56	1,290	92	1,463	128	1,133	164	1,005	200	963	236	719	272	629	308	927	344	768
21	1,317	57	1,309	93	1,329	129	1,377	165	855	201	657	237	803	273	772	309	852	345	724
22	1,426	58	1,423	94	1,296	130	1,048	166	972	202	842	238	852	274	1,048	310	895	346	916
23	1,601	59	1,132	95	1,032	131	776	167	875	203	1,036	239	1,107	275	776	311	905	347	683
24	1,600	60	1,278	96	993	132	999	168	843	204	1,119	240	1,010	276	978	312	593	348	550
25	1,166	61	1,125	97	792	133	968	169	1,051	205	1,104	241	1,010	277	624	313	480	349	514
26	851	62	988	98	1,289	134	1,195	170	1,226	206	1,147	242	810	278	580	314	455	350	501
27	1,185	63	1,378	99	1,479	135	1,319	171	1,230	207	805	243	668	279	665	315	429	351	763
28	1,351	64	1,477	100	1,260	136	1,414	172	983	208	781	244	791	280	709	316	935	352	784
29	1,380	65	1,281	101	1,169	137	970	173	921	209	812	245	836	281	1,104	317	835	353	742
30	1,463	66	1,287	102	1,064	138	886	174	926	210	1,029	246	860	282	945	318	805	354	673
31	1,511	67	1,166	103	853	139	863	175	1,050	211	773	247	948	283	993	319	535	355	493
32	1,231	68	972	104	806	140	1,029	176	1,103	212	1,205	248	1,089	284	766	320	577	356	426
33	979	69	944	105	1,159	141	1,210	177	1,443	213	1,039	249	778	285	644	321	565	357	688
34	1,247	70	1,145	106	1,273	142	1,265	178	1,224	214	925	250	827	286	471	322	761	358	714
35	1,448	71	1,419	107	1,464	143	1,106	179	1,035	215	887	251	712	287	894	323	786	359	984
36	1,464	72	1,266	108	1,347	144	857	180	825	216	715	252	813	288	893	324	801	360	687

ตารางที่ ข.13 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 1 (Continuous (CON)) เป็นความต้องการโดยไม่มีทั้ง
แนวโน้มและฤดูกาล ชุดที่ 5

รูปแบบที่ 1 CON ชุดที่ 5 (ซ้ำครั้งที่ 5)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	986	37	1,030	73	884	109	947	145	926	181	1,056	217	943	253	1,077	289	799	325	982
2	886	38	1,127	74	1,068	110	1,093	146	1,092	182	925	218	990	254	1,067	290	1,051	326	1,212
3	1,083	39	980	75	1,144	111	943	147	1,136	183	1,071	219	1,208	255	900	291	982	327	1,098
4	962	40	976	76	978	112	1,097	148	1,056	184	1,077	220	1,010	256	1,016	292	923	328	1,123
5	1,027	41	1,173	77	934	113	1,122	149	1,081	185	1,185	221	1,111	257	888	293	931	329	920
6	1,198	42	1,027	78	993	114	956	150	1,228	186	930	222	999	258	1,111	294	1,079	330	958
7	1,040	43	1,051	79	977	115	884	151	1,070	187	741	223	838	259	999	295	898	331	951
8	1,284	44	898	80	1,076	116	1,007	152	863	188	1,083	224	963	260	1,042	296	1,170	332	961
9	981	45	835	81	965	117	839	153	891	189	1,093	225	795	261	1,060	297	1,032	333	1,051
10	1,030	46	1,105	82	1,027	118	925	154	906	190	1,071	226	922	262	1,146	298	1,085	334	991
11	847	47	970	83	1,073	119	1,078	155	928	191	1,228	227	1,032	263	908	299	1,080	335	896
12	1,019	48	882	84	960	120	937	156	1,121	192	806	228	984	264	1,077	300	1,150	336	802
13	935	49	1,017	85	1,105	121	945	157	1,044	193	1,110	229	752	265	1,199	301	897	337	1,277
14	1,026	50	1,051	86	1,028	122	1,049	158	966	194	925	230	1,157	266	1,013	302	1,051	338	914
15	1,255	51	919	87	1,111	123	978	159	933	195	890	231	1,001	267	760	303	949	339	1,005
16	846	52	991	88	959	124	1,169	160	866	196	832	232	1,071	268	1,111	304	1,059	340	1,118
17	988	53	855	89	932	125	1,083	161	1,080	197	982	233	950	269	980	305	1,130	341	1,051
18	925	54	1,069	90	1,060	126	981	162	934	198	1,062	234	1,012	270	1,172	306	933	342	901
19	1,122	55	864	91	938	127	901	163	1,043	199	1,079	235	1,013	271	1,010	307	939	343	907
20	909	56	990	92	1,042	128	896	164	942	200	1,140	236	1,049	272	1,126	308	1,215	344	935
21	902	57	962	93	916	129	897	165	753	201	1,201	237	964	273	854	309	994	345	1,061
22	1,023	58	1,063	94	1,131	130	1,015	166	970	202	1,148	238	1,080	274	1,037	310	1,020	346	840
23	962	59	781	95	904	131	1,163	167	1,000	203	1,038	239	1,198	275	1,129	311	878	347	945
24	954	60	1,088	96	1,082	132	892	168	1,108	204	1,005	240	889	276	978	312	958	348	947
25	1,034	61	979	97	796	133	945	169	851	205	974	241	1,007	277	1,103	313	1,002	349	1,038
26	849	62	1,020	98	981	134	938	170	948	206	901	242	916	278	1,263	314	941	350	1,054
27	1,074	63	1,057	99	920	135	1,020	171	960	207	976	243	952	279	963	315	991	351	967
28	979	64	1,078	100	856	136	858	172	1,022	208	943	244	965	280	1,002	316	784	352	1,111
29	1,045	65	1,000	101	975	137	987	173	846	209	928	245	969	281	1,073	317	964	353	1,122
30	1,123	66	1,116	102	889	138	884	174	1,052	210	922	246	1,080	282	1,146	318	863	354	961
31	1,068	67	1,110	103	1,090	139	1,030	175	978	211	883	247	841	283	1,039	319	1,109	355	1,026
32	1,026	68	926	104	934	140	951	176	950	212	1,101	248	948	284	967	320	944	356	1,069
33	1,088	69	1,085	105	1,005	141	927	177	999	213	1,046	249	992	285	944	321	1,066	357	898
34	883	70	1,073	106	943	142	1,057	178	850	214	1,109	250	1,066	286	1,047	322	1,047	358	1,008
35	1,087	71	877	107	951	143	946	179	925	215	1,033	251	793	287	1,060	323	975	359	1,185
36	894	72	1,073	108	895	144	962	180	836	216	1,032	252	920	288	1,007	324	1,001	360	936

ตารางที่ ข.14 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 2 (Seasonality (SEA)) เป็นความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม
แต่มีฤดูกาล ชุดที่ 5

รูปแบบที่ 2 SEA ชุดที่ 5 (ซ้ำครั้งที่ 5)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,142	37	1,226	73	977	109	870	145	735	181	890	217	923	253	1,218	289	998	325	1,094
2	1,081	38	1,216	74	987	110	900	146	928	182	909	218	1,133	254	1,266	290	1,161	326	1,153
3	1,170	39	897	75	950	111	780	147	1,123	183	1,216	219	1,407	255	1,007	291	920	327	912
4	876	40	782	76	818	112	1,087	148	1,204	184	1,275	220	1,115	256	951	292	736	328	950
5	833	41	1,015	77	927	113	1,272	149	1,279	185	1,287	221	1,043	257	700	293	759	329	891
6	1,041	42	1,023	78	1,145	114	1,153	150	1,327	186	859	222	810	258	941	294	1,053	330	1,094
7	1,039	43	1,205	79	1,173	115	980	151	996	187	551	223	670	259	975	295	1,036	331	1,150
8	1,440	44	1,094	80	1,169	116	930	152	672	188	917	224	942	260	1,182	296	1,369	332	1,074
9	1,176	45	925	81	885	117	647	153	727	189	1,076	225	938	261	1,259	297	1,142	333	992
10	1,117	46	1,022	82	833	118	762	154	892	190	1,216	226	1,121	262	1,253	298	1,023	334	805
11	761	47	776	83	912	119	1,067	155	1,075	191	1,426	227	1,137	263	843	299	893	335	722
12	824	48	723	84	953	120	1,086	156	1,318	192	908	228	916	264	889	300	978	336	772
13	778	49	1,013	85	1,256	121	1,142	157	1,143	193	1,039	229	563	265	1,028	301	869	337	1,412
14	1,025	50	1,205	86	1,224	122	1,146	158	893	194	734	230	988	266	989	302	1,188	338	1,114
15	1,411	51	1,115	87	1,205	123	902	159	742	195	723	231	980	267	900	303	1,149	339	1,119
16	1,042	52	1,082	88	880	124	977	160	701	196	814	232	1,213	268	1,310	304	1,170	340	1,060
17	1,076	53	773	89	739	125	919	161	1,066	197	1,126	233	1,149	269	1,089	305	1,069	341	865
18	839	54	875	90	899	126	969	162	1,081	198	1,260	234	1,117	270	1,108	306	747	342	728
19	927	55	705	91	929	127	1,050	163	1,241	199	1,182	235	946	271	822	307	767	343	876
20	752	56	984	92	1,193	128	1,093	164	1,042	200	1,070	236	860	272	955	308	1,187	344	1,070
21	900	57	1,115	93	1,113	129	994	165	680	201	1,011	237	795	273	830	309	1,132	345	1,260
22	1,178	58	1,259	94	1,226	130	939	166	779	202	981	238	1,059	274	1,177	310	1,219	346	954
23	1,158	59	872	95	825	131	971	167	835	203	1,019	239	1,340	275	1,328	311	990	347	888
24	1,043	60	1,006	96	889	132	728	168	1,093	204	1,149	240	1,087	276	1,086	312	897	348	762
25	949	61	785	97	635	133	933	169	997	205	1,173	241	1,113	277	1,040	313	816	349	864
26	654	62	860	98	972	134	1,086	170	1,146	206	1,004	242	850	278	1,075	314	768	350	1,022
27	916	63	1,051	99	1,071	135	1,217	171	1,060	207	906	243	763	279	792	315	962	351	1,102
28	976	64	1,231	100	1,053	136	956	172	950	208	753	244	796	280	976	316	921	352	1,310
29	1,199	65	1,196	101	1,070	137	911	173	655	209	761	245	947	281	1,213	317	1,163	353	1,236
30	1,319	66	1,208	102	811	138	692	174	886	210	903	246	1,222	282	1,345	318	975	354	904
31	1,157	67	1,029	103	897	139	866	175	962	211	1,027	247	1,040	283	1,148	319	1,049	355	841
32	941	68	732	104	771	140	938	176	1,096	212	1,300	248	1,055	284	904	320	757	356	894
33	894	69	925	105	996	141	1,076	177	1,196	213	1,150	249	926	285	756	321	893	357	865
34	725	70	1,066	106	1,093	142	1,255	178	951	214	1,040	250	877	286	876	322	1,018	358	1,142
35	1,084	71	1,029	107	1,148	143	1,045	179	853	215	844	251	623	287	1,034	323	1,111	359	1,385
36	1,048	72	1,269	108	991	144	887	180	645	216	864	252	898	288	1,145	324	1,201	360	1,051

ตารางที่ ข.15 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 3 (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ชุดที่ 5

รูปแบบที่ 3 SIT ชุดที่ 5 (ซ้ำครั้งที่ 5)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	782	37	938	73	761	109	726	145	663	181	890	217	995	253	1,362	289	1,214	325	1,382
2	723	38	930	74	773	110	758	146	858	182	911	218	1,207	254	1,412	290	1,379	326	1,443
3	814	39	613	75	738	111	640	147	1,055	183	1,220	219	1,483	255	1,155	291	1,140	327	1,204
4	522	40	500	76	608	112	949	148	1,138	184	1,281	220	1,193	256	1,101	292	958	328	1,244
5	481	41	735	77	719	113	1,136	149	1,215	185	1,295	221	1,123	257	852	293	983	329	1,187
6	691	42	745	78	939	114	1,019	150	1,265	186	869	222	892	258	1,095	294	1,279	330	1,392
7	691	43	929	79	969	115	848	151	936	187	563	223	754	259	1,131	295	1,264	331	1,450
8	1,094	44	820	80	967	116	800	152	614	188	931	224	1,028	260	1,340	296	1,599	332	1,376
9	832	45	653	81	685	117	519	153	671	189	1,092	225	1,026	261	1,419	297	1,374	333	1,296
10	775	46	752	82	635	118	636	154	838	190	1,234	226	1,211	262	1,415	298	1,257	334	1,111
11	421	47	508	83	716	119	943	155	1,023	191	1,446	227	1,229	263	1,007	299	1,129	335	1,030
12	486	48	457	84	759	120	964	156	1,268	192	930	228	1,010	264	1,055	300	1,216	336	1,082
13	442	49	749	85	1,064	121	1,022	157	1,095	193	1,063	229	659	265	1,196	301	1,109	337	1,724
14	691	50	943	86	1,034	122	1,028	158	847	194	760	230	1,086	266	1,159	302	1,430	338	1,428
15	1,079	51	855	87	1,017	123	786	159	698	195	751	231	1,080	267	1,072	303	1,393	339	1,435
16	712	52	824	88	694	124	863	160	659	196	844	232	1,315	268	1,484	304	1,416	340	1,378
17	748	53	517	89	555	125	807	161	1,026	197	1,158	233	1,253	269	1,265	305	1,317	341	1,185
18	513	54	621	90	717	126	859	162	1,043	198	1,294	234	1,223	270	1,286	306	997	342	1,050
19	603	55	453	91	749	127	942	163	1,205	199	1,218	235	1,054	271	1,002	307	1,019	343	1,200
20	430	56	734	92	1,015	128	987	164	1,008	200	1,108	236	970	272	1,137	308	1,441	344	1,396
21	580	57	867	93	937	129	890	165	648	201	1,051	237	907	273	1,014	309	1,388	345	1,588
22	860	58	1,013	94	1,052	130	837	166	749	202	1,023	238	1,173	274	1,363	310	1,477	346	1,284
23	842	59	628	95	653	131	871	167	807	203	1,063	239	1,456	275	1,516	311	1,250	347	1,220
24	729	60	764	96	719	132	630	168	1,067	204	1,195	240	1,205	276	1,276	312	1,159	348	1,096
25	637	61	545	97	467	133	837	169	973	205	1,221	241	1,233	277	1,232	313	1,080	349	1,200
26	344	62	622	98	806	134	992	170	1,124	206	1,054	242	972	278	1,269	314	1,034	350	1,360
27	608	63	815	99	907	135	1,125	171	1,040	207	958	243	887	279	988	315	1,230	351	1,442
28	670	64	997	100	891	136	866	172	932	208	807	244	922	280	1,174	316	1,191	352	1,652
29	895	65	964	101	910	137	823	173	639	209	817	245	1,075	281	1,413	317	1,435	353	1,580
30	1,017	66	978	102	653	138	606	174	872	210	961	246	1,352	282	1,547	318	1,249	354	1,250
31	857	67	801	103	741	139	782	175	950	211	1,087	247	1,172	283	1,352	319	1,325	355	1,189
32	643	68	506	104	617	140	856	176	1,086	212	1,362	248	1,189	284	1,110	320	1,035	356	1,244
33	598	69	701	105	844	141	996	177	1,188	213	1,214	249	1,062	285	964	321	1,173	357	1,217
34	431	70	844	106	943	142	1,177	178	945	214	1,106	250	1,015	286	1,086	322	1,300	358	1,496
35	792	71	809	107	1,000	143	969	179	849	215	912	251	763	287	1,246	323	1,395	359	1,741
36	758	72	1,051	108	845	144	813	180	643	216	934	252	1,040	288	1,359	324	1,487	360	1,409

ตารางที่ ข.16 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 4 (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง ชุดที่ 5

รูปแบบที่ 4 SDT ชุดที่ 5 (ซ้ำครั้งที่ 5)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,501	37	1,513	73	1,192	109	1,013	145	806	181	889	217	850	253	1,073	289	781	325	805
2	1,438	38	1,501	74	1,200	110	1,041	146	997	182	906	218	1,058	254	1,119	290	942	326	862
3	1,525	39	1,180	75	1,161	111	919	147	1,190	183	1,211	219	1,330	255	858	291	699	327	619
4	1,229	40	1,063	76	1,027	112	1,224	148	1,269	184	1,268	220	1,036	256	800	292	513	328	655
5	1,184	41	1,294	77	1,134	113	1,407	149	1,342	185	1,278	221	962	257	547	293	534	329	594
6	1,390	42	1,300	78	1,350	114	1,286	150	1,388	186	848	222	727	258	786	294	826	330	795
7	1,386	43	1,480	79	1,376	115	1,111	151	1,055	187	538	223	585	259	818	295	807	331	849
8	1,785	44	1,367	80	1,370	116	1,059	152	729	188	902	224	855	260	1,023	296	1,138	332	771
9	1,519	45	1,196	81	1,084	117	774	153	782	189	1,059	225	849	261	1,098	297	909	333	687
10	1,458	46	1,291	82	1,030	118	887	154	945	190	1,197	226	1,030	262	1,090	298	788	334	498
11	1,100	47	1,043	83	1,107	119	1,190	155	1,126	191	1,405	227	1,044	263	678	299	656	335	413
12	1,161	48	988	84	1,146	120	1,207	156	1,367	192	885	228	821	264	722	300	739	336	461
13	1,113	49	1,276	85	1,447	121	1,261	157	1,190	193	1,014	229	466	265	859	301	628	337	1,099
14	1,358	50	1,466	86	1,413	122	1,263	158	938	194	707	230	889	266	818	302	945	338	799
15	1,742	51	1,374	87	1,392	123	1,017	159	785	195	694	231	879	267	727	303	904	339	802
16	1,371	52	1,339	88	1,065	124	1,090	160	742	196	783	232	1,110	268	1,135	304	923	340	741
17	1,403	53	1,028	89	922	125	1,030	161	1,105	197	1,093	233	1,044	269	912	305	820	341	544
18	1,164	54	1,128	90	1,080	126	1,078	162	1,118	198	1,225	234	1,010	270	929	306	496	342	405
19	1,250	55	956	91	1,108	127	1,157	163	1,276	199	1,145	235	837	271	641	307	514	343	551
20	1,073	56	1,233	92	1,370	128	1,198	164	1,075	200	1,031	236	749	272	772	308	932	344	743
21	1,219	57	1,362	93	1,288	129	1,097	165	711	201	970	237	682	273	645	309	875	345	931
22	1,495	58	1,504	94	1,399	130	1,040	166	808	202	938	238	944	274	990	310	960	346	623
23	1,473	59	1,115	95	996	131	1,070	167	862	203	974	239	1,223	275	1,139	311	729	347	555
24	1,356	60	1,247	96	1,058	132	825	168	1,118	204	1,102	240	968	276	895	312	634	348	427
25	1,260	61	1,024	97	802	133	1,028	169	1,020	205	1,124	241	992	277	847	313	551	349	527
26	963	62	1,097	98	1,137	134	1,179	170	1,167	206	953	242	727	278	880	314	501	350	683
27	1,223	63	1,286	99	1,234	135	1,308	171	1,079	207	853	243	638	279	595	315	693	351	761
28	1,281	64	1,464	100	1,214	136	1,045	172	967	208	698	244	669	280	777	316	650	352	967
29	1,502	65	1,427	101	1,229	137	998	173	670	209	704	245	818	281	1,012	317	890	353	891
30	1,620	66	1,437	102	968	138	777	174	899	210	844	246	1,091	282	1,142	318	700	354	557
31	1,456	67	1,256	103	1,052	139	949	175	973	211	966	247	907	283	943	319	772	355	492
32	1,238	68	957	104	924	140	1,019	176	1,105	212	1,237	248	920	284	697	320	478	356	543
33	1,189	69	1,148	105	1,147	141	1,155	177	1,203	213	1,085	249	789	285	547	321	612	357	512
34	1,018	70	1,287	106	1,242	142	1,332	178	956	214	973	250	738	286	665	322	735	358	787
35	1,375	71	1,248	107	1,295	143	1,120	179	856	215	775	251	482	287	821	323	826	359	1,028
36	1,337	72	1,486	108	1,136	144	960	180	646	216	793	252	755	288	930	324	914	360	692

ตารางที่ ข.17 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 1 (Continuous (CON)) เป็นความต้องการโดยไม่มีทั้ง
แนวโน้มและฤดูกาล ชุดที่ 6

รูปแบบที่ 1 CON ชุดที่ 6 (ซ้ำครั้งที่ 6)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,149	37	1,127	73	1,049	109	902	145	918	181	990	217	838	253	1,095	289	1,190	325	897
2	1,115	38	982	74	927	110	1,000	146	939	182	1,012	218	989	254	1,019	290	1,108	326	1,077
3	1,029	39	1,046	75	1,079	111	1,090	147	1,086	183	936	219	1,007	255	893	291	910	327	1,103
4	972	40	955	76	991	112	987	148	1,010	184	1,144	220	997	256	958	292	1,036	328	1,006
5	961	41	1,054	77	775	113	1,224	149	969	185	1,228	221	1,089	257	1,193	293	895	329	982
6	967	42	1,010	78	1,023	114	950	150	937	186	971	222	986	258	843	294	1,016	330	868
7	976	43	933	79	1,060	115	976	151	1,145	187	896	223	1,052	259	1,138	295	1,057	331	1,042
8	1,086	44	1,092	80	1,006	116	964	152	868	188	1,085	224	1,028	260	944	296	1,027	332	1,053
9	965	45	1,023	81	981	117	1,130	153	1,076	189	921	225	1,064	261	1,038	297	1,011	333	1,066
10	1,007	46	925	82	926	118	994	154	1,060	190	1,011	226	999	262	1,020	298	1,003	334	940
11	1,219	47	1,108	83	1,091	119	1,074	155	1,048	191	983	227	1,017	263	876	299	1,078	335	928
12	1,027	48	1,012	84	980	120	962	156	988	192	951	228	998	264	1,077	300	964	336	1,047
13	1,007	49	842	85	928	121	953	157	1,065	193	1,096	229	1,099	265	1,113	301	858	337	1,067
14	983	50	1,106	86	1,014	122	1,115	158	974	194	979	230	1,021	266	920	302	932	338	1,196
15	1,016	51	808	87	929	123	811	159	978	195	1,104	231	1,014	267	928	303	1,072	339	988
16	1,134	52	973	88	1,001	124	1,001	160	851	196	989	232	1,088	268	974	304	936	340	988
17	1,078	53	1,098	89	906	125	903	161	774	197	986	233	1,060	269	874	305	988	341	931
18	938	54	834	90	929	126	1,037	162	1,003	198	949	234	885	270	971	306	959	342	904
19	1,039	55	1,075	91	989	127	961	163	996	199	913	235	925	271	787	307	1,075	343	991
20	1,095	56	1,062	92	827	128	1,078	164	925	200	957	236	1,041	272	1,081	308	976	344	1,020
21	865	57	989	93	1,082	129	1,060	165	1,004	201	960	237	1,076	273	994	309	1,192	345	1,014
22	1,106	58	1,074	94	999	130	976	166	1,111	202	960	238	1,076	274	913	310	916	346	1,115
23	1,018	59	1,124	95	977	131	933	167	986	203	927	239	1,288	275	917	311	1,014	347	1,011
24	892	60	1,052	96	914	132	1,049	168	988	204	965	240	981	276	1,107	312	1,063	348	1,071
25	991	61	980	97	1,065	133	944	169	971	205	911	241	1,027	277	791	313	890	349	1,049
26	1,024	62	792	98	1,062	134	948	170	1,008	206	952	242	817	278	1,073	314	950	350	1,095
27	899	63	891	99	1,004	135	1,017	171	1,021	207	891	243	992	279	1,043	315	1,041	351	938
28	1,123	64	959	100	1,154	136	862	172	1,167	208	1,126	244	953	280	919	316	1,096	352	1,099
29	910	65	802	101	1,114	137	1,032	173	1,211	209	1,092	245	962	281	937	317	1,019	353	1,028
30	791	66	971	102	1,148	138	1,045	174	1,011	210	961	246	1,077	282	1,074	318	891	354	1,057
31	928	67	1,132	103	922	139	949	175	906	211	967	247	1,012	283	1,111	319	944	355	1,095
32	1,094	68	1,210	104	1,020	140	1,075	176	789	212	1,199	248	969	284	982	320	1,129	356	993
33	1,007	69	1,216	105	1,027	141	1,065	177	1,094	213	935	249	990	285	980	321	1,057	357	1,085
34	990	70	1,214	106	1,052	142	953	178	906	214	974	250	757	286	1,005	322	849	358	936
35	912	71	926	107	910	143	982	179	833	215	999	251	1,031	287	953	323	948	359	844
36	940	72	929	108	976	144	1,032	180	1,017	216	939	252	883	288	1,020	324	1,014	360	779

ตารางที่ ข.18 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 2 (Seasonality (SEA)) เป็นความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม
แต่มีฤดูกาล ชุดที่ 6

รูปแบบที่ 2 SEA ชุดที่ 6 (ซ้ำครั้งที่ 6)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,306	37	1,322	73	1,142	109	824	145	727	181	824	217	818	253	1,236	289	1,389	325	1,009
2	1,310	38	1,072	74	846	110	808	146	775	182	995	218	1,132	254	1,217	290	1,218	326	1,018
3	1,116	39	962	75	886	111	927	147	1,072	183	1,081	219	1,205	255	1,000	291	848	327	917
4	886	40	761	76	831	112	977	148	1,158	184	1,343	220	1,102	256	893	292	848	328	833
5	766	41	895	77	768	113	1,374	149	1,167	185	1,329	221	1,021	257	1,005	293	724	329	952
6	810	42	1,006	78	1,175	114	1,147	150	1,036	186	900	222	796	258	673	294	989	330	1,004
7	975	43	1,087	79	1,256	115	1,072	151	1,071	187	705	223	884	259	1,115	295	1,195	331	1,241
8	1,242	44	1,288	80	1,099	116	887	152	676	188	919	224	1,008	260	1,084	296	1,226	332	1,166
9	1,160	45	1,113	81	901	117	938	153	912	189	904	225	1,207	261	1,237	297	1,121	333	1,008
10	1,095	46	842	82	733	118	831	154	1,046	190	1,156	226	1,197	262	1,128	298	941	334	754
11	1,133	47	914	83	930	119	1,063	155	1,195	191	1,181	227	1,122	263	812	299	890	335	754
12	832	48	853	84	972	120	1,111	156	1,185	192	1,054	228	930	264	889	300	793	336	1,016
13	850	49	837	85	1,080	121	1,150	157	1,164	193	1,026	229	910	265	943	301	831	337	1,202
14	982	50	1,260	86	1,210	122	1,212	158	900	194	788	230	852	266	896	302	1,069	338	1,395
15	1,171	51	1,004	87	1,023	123	734	159	787	195	938	231	993	267	1,068	303	1,272	339	1,101
16	1,329	52	1,064	88	921	124	809	160	686	196	971	232	1,231	268	1,172	304	1,047	340	930
17	1,166	53	1,016	89	713	125	740	161	759	197	1,131	233	1,258	269	982	305	927	341	746
18	853	54	641	90	768	126	1,025	162	1,149	198	1,147	234	990	270	907	306	772	342	730
19	845	55	915	91	981	127	1,110	163	1,194	199	1,015	235	858	271	599	307	903	343	960
20	937	56	1,057	92	978	128	1,275	164	1,025	200	887	236	852	272	911	308	948	344	1,155
21	863	57	1,142	93	1,278	129	1,157	165	931	201	770	237	907	273	970	309	1,329	345	1,213
22	1,261	58	1,271	94	1,094	130	900	166	920	202	793	238	1,055	274	1,053	310	1,115	346	1,229
23	1,213	59	1,216	95	898	131	741	167	821	203	909	239	1,430	275	1,116	311	1,126	347	953
24	981	60	970	96	721	132	886	168	973	204	1,109	240	1,180	276	1,215	312	1,002	348	886
25	906	61	786	97	903	133	932	169	1,118	205	1,110	241	1,133	277	728	313	703	349	875
26	830	62	632	98	1,053	134	1,096	170	1,206	206	1,056	242	750	278	886	314	778	350	1,063
27	741	63	885	99	1,155	135	1,215	171	1,122	207	822	243	803	279	872	315	1,012	351	1,073
28	1,121	64	1,111	100	1,351	136	960	172	1,094	208	936	244	784	280	894	316	1,233	352	1,299
29	1,064	65	998	101	1,209	137	957	173	1,020	209	925	245	940	281	1,076	317	1,219	353	1,142
30	987	66	1,063	102	1,069	138	854	174	846	210	942	246	1,218	282	1,273	318	1,003	354	1,000
31	1,017	67	1,051	103	729	139	785	175	890	211	1,110	247	1,211	283	1,220	319	885	355	910
32	1,010	68	1,017	104	858	140	1,062	176	935	212	1,397	248	1,075	284	919	320	943	356	818
33	812	69	1,056	105	1,017	141	1,213	177	1,292	213	1,039	249	924	285	792	321	885	357	1,053
34	831	70	1,208	106	1,202	142	1,151	178	1,007	214	905	250	569	286	834	322	820	358	1,070
35	909	71	1,078	107	1,107	143	1,080	179	761	215	809	251	861	287	927	323	1,085	359	1,044
36	1,094	72	1,126	108	1,072	144	957	180	826	216	772	252	860	288	1,159	324	1,214	360	894

ตารางที่ ข.19 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 3 (Seasonality and Increasing Trend (SIT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ชุดที่ 6

รูปแบบที่ 3 SIT ชุดที่ 6 (ซ้ำครั้งที่ 6)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	946	37	1,034	73	926	109	680	145	655	181	824	217	890	253	1,380	289	1,605	325	1,297
2	952	38	786	74	632	110	666	146	705	182	997	218	1,206	254	1,363	290	1,436	326	1,308
3	760	39	678	75	674	111	787	147	1,004	183	1,085	219	1,281	255	1,148	291	1,068	327	1,209
4	532	40	479	76	621	112	839	148	1,092	184	1,349	220	1,180	256	1,043	292	1,070	328	1,127
5	414	41	615	77	560	113	1,238	149	1,103	185	1,337	221	1,101	257	1,157	293	948	329	1,248
6	460	42	728	78	969	114	1,013	150	974	186	910	222	878	258	827	294	1,215	330	1,302
7	627	43	811	79	1,052	115	940	151	1,011	187	717	223	968	259	1,271	295	1,423	331	1,541
8	896	44	1,014	80	897	116	757	152	618	188	933	224	1,094	260	1,242	296	1,456	332	1,468
9	816	45	841	81	701	117	810	153	856	189	920	225	1,295	261	1,397	297	1,353	333	1,312
10	753	46	572	82	535	118	705	154	992	190	1,174	226	1,287	262	1,290	298	1,175	334	1,060
11	793	47	646	83	734	119	939	155	1,143	191	1,201	227	1,214	263	976	299	1,126	335	1,062
12	494	48	587	84	778	120	989	156	1,135	192	1,076	228	1,024	264	1,055	300	1,031	336	1,326
13	514	49	573	85	888	121	1,030	157	1,116	193	1,050	229	1,006	265	1,111	301	1,071	337	1,514
14	648	50	998	86	1,020	122	1,094	158	854	194	814	230	950	266	1,066	302	1,311	338	1,709
15	839	51	744	87	835	123	618	159	743	195	966	231	1,093	267	1,240	303	1,516	339	1,417
16	999	52	806	88	735	124	695	160	644	196	1,001	232	1,333	268	1,346	304	1,293	340	1,248
17	838	53	760	89	529	125	628	161	719	197	1,163	233	1,362	269	1,158	305	1,175	341	1,066
18	527	54	387	90	586	126	915	162	1,111	198	1,181	234	1,096	270	1,085	306	1,022	342	1,052
19	521	55	663	91	801	127	1,002	163	1,158	199	1,051	235	966	271	779	307	1,155	343	1,284
20	615	56	807	92	800	128	1,169	164	991	200	925	236	962	272	1,093	308	1,202	344	1,481
21	543	57	894	93	1,102	129	1,053	165	899	201	810	237	1,019	273	1,154	309	1,585	345	1,541
22	943	58	1,025	94	920	130	798	166	890	202	835	238	1,169	274	1,239	310	1,373	346	1,559
23	897	59	972	95	726	131	641	167	793	203	953	239	1,546	275	1,304	311	1,386	347	1,285
24	667	60	728	96	551	132	788	168	947	204	1,155	240	1,298	276	1,405	312	1,264	348	1,220
25	594	61	546	97	735	133	836	169	1,094	205	1,158	241	1,253	277	920	313	967	349	1,211
26	520	62	394	98	887	134	1,002	170	1,184	206	1,106	242	872	278	1,080	314	1,044	350	1,401
27	433	63	649	99	991	135	1,123	171	1,102	207	874	243	927	279	1,068	315	1,280	351	1,413
28	815	64	877	100	1,189	136	870	172	1,076	208	990	244	910	280	1,092	316	1,503	352	1,641
29	760	65	766	101	1,049	137	869	173	1,004	209	981	245	1,068	281	1,276	317	1,491	353	1,486
30	685	66	833	102	911	138	768	174	832	210	1,000	246	1,348	282	1,475	318	1,277	354	1,346
31	717	67	823	103	573	139	701	175	878	211	1,170	247	1,343	283	1,424	319	1,161	355	1,258
32	712	68	791	104	704	140	980	176	925	212	1,459	248	1,209	284	1,125	320	1,221	356	1,168
33	516	69	832	105	865	141	1,133	177	1,284	213	1,103	249	1,060	285	1,000	321	1,165	357	1,405
34	537	70	986	106	1,052	142	1,073	178	1,001	214	971	250	707	286	1,044	322	1,102	358	1,424
35	617	71	858	107	959	143	1,004	179	757	215	877	251	1,001	287	1,139	323	1,369	359	1,400
36	804	72	908	108	926	144	883	180	824	216	842	252	1,002	288	1,373	324	1,500	360	1,252

ตารางที่ ข.20 ค่าความต้องการรูปแบบที่ 4 (Seasonality and Decreasing Trend (SDT)) เป็นความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง ชุดที่ 6

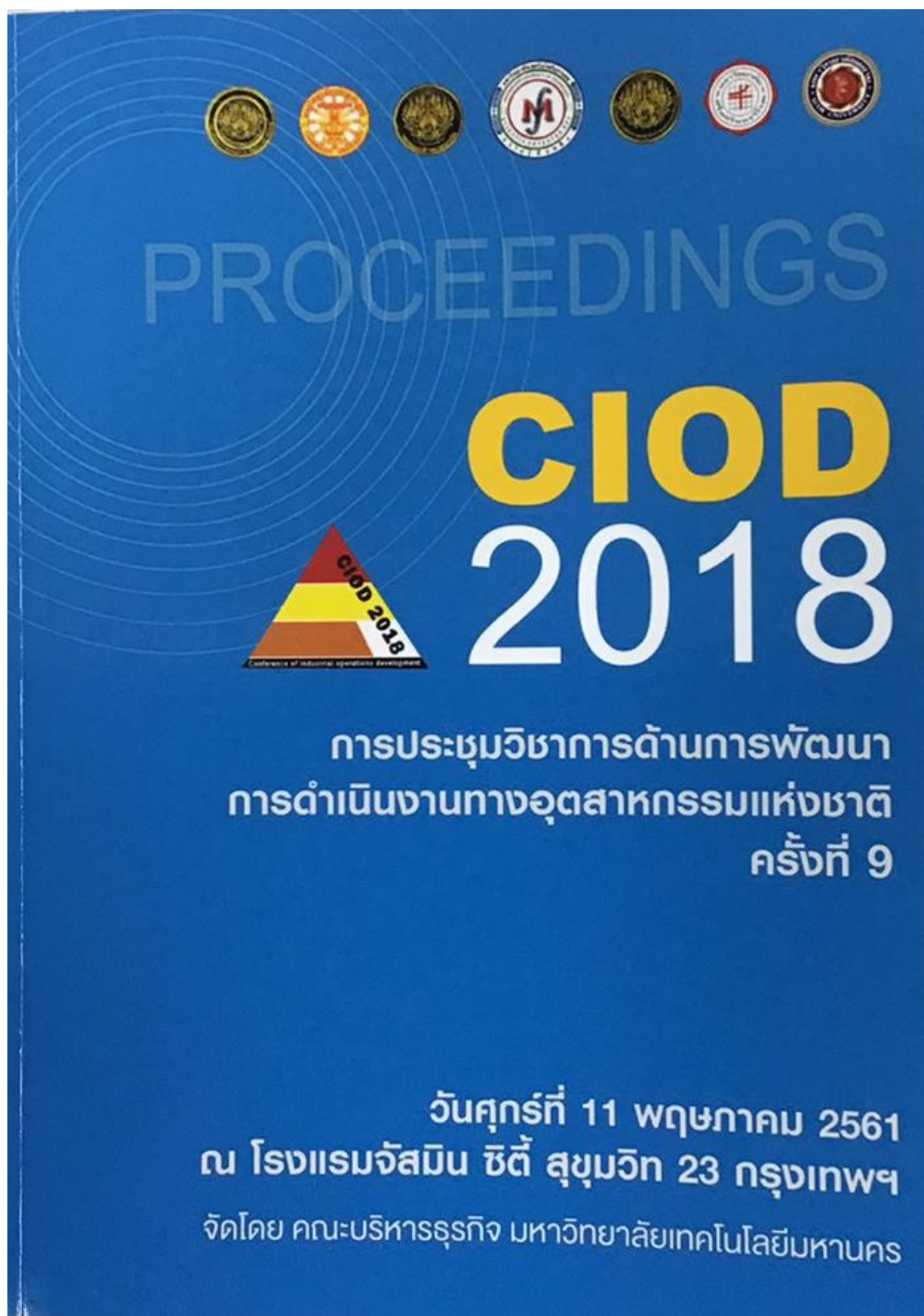
รูปแบบที่ 4 SDT ชุดที่ 6 (ซ้ำครั้งที่ 6)																			
t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt	t	Dt
1	1,665	37	1,609	73	1,357	109	967	145	798	181	823	217	745	253	1,091	289	1,172	325	720
2	1,667	38	1,357	74	1,059	110	949	146	844	182	992	218	1,057	254	1,070	290	999	326	727
3	1,471	39	1,245	75	1,097	111	1,066	147	1,139	183	1,076	219	1,128	255	851	291	627	327	624
4	1,239	40	1,042	76	1,040	112	1,114	148	1,223	184	1,336	220	1,023	256	742	292	625	328	538
5	1,117	41	1,174	77	975	113	1,509	149	1,230	185	1,320	221	940	257	852	293	499	329	655
6	1,159	42	1,283	78	1,380	114	1,280	150	1,097	186	889	222	713	258	518	294	762	330	705
7	1,322	43	1,362	79	1,459	115	1,203	151	1,130	187	692	223	799	259	958	295	966	331	940
8	1,587	44	1,561	80	1,300	116	1,016	152	733	188	904	224	921	260	925	296	995	332	863
9	1,503	45	1,384	81	1,100	117	1,065	153	967	189	887	225	1,118	261	1,076	297	888	333	703
10	1,436	46	1,111	82	930	118	956	154	1,099	190	1,137	226	1,106	262	965	298	706	334	447
11	1,472	47	1,181	83	1,125	119	1,186	155	1,246	191	1,160	227	1,029	263	647	299	653	335	445
12	1,169	48	1,118	84	1,165	120	1,232	156	1,234	192	1,031	228	835	264	722	300	554	336	705
13	1,185	49	1,100	85	1,271	121	1,269	157	1,211	193	1,001	229	813	265	774	301	590	337	889
14	1,315	50	1,521	86	1,399	122	1,329	158	945	194	761	230	753	266	725	302	826	338	1,080
15	1,502	51	1,263	87	1,210	123	849	159	830	195	909	231	892	267	895	303	1,027	339	784
16	1,658	52	1,321	88	1,106	124	922	160	727	196	940	232	1,128	268	997	304	800	340	611
17	1,493	53	1,271	89	896	125	851	161	798	197	1,098	233	1,153	269	805	305	678	341	425
18	1,178	54	894	90	949	126	1,134	162	1,186	198	1,112	234	883	270	728	306	521	342	407
19	1,168	55	1,166	91	1,160	127	1,217	163	1,229	199	978	235	749	271	418	307	650	343	635
20	1,258	56	1,306	92	1,155	128	1,380	164	1,058	200	848	236	741	272	728	308	693	344	828
21	1,182	57	1,389	93	1,453	129	1,260	165	962	201	729	237	794	273	785	309	1,072	345	884
22	1,578	58	1,516	94	1,267	130	1,001	166	949	202	750	238	940	274	866	310	856	346	898
23	1,528	59	1,459	95	1,069	131	840	167	848	203	864	239	1,313	275	927	311	865	347	620
24	1,294	60	1,211	96	890	132	983	168	998	204	1,062	240	1,061	276	1,024	312	739	348	551
25	1,217	61	1,025	97	1,070	133	1,027	169	1,141	205	1,061	241	1,012	277	535	313	438	349	538
26	1,139	62	869	98	1,218	134	1,189	170	1,227	206	1,005	242	627	278	691	314	511	350	724
27	1,048	63	1,120	99	1,318	135	1,306	171	1,141	207	769	243	678	279	675	315	743	351	732
28	1,426	64	1,344	100	1,512	136	1,049	172	1,111	208	881	244	657	280	695	316	962	352	956
29	1,367	65	1,229	101	1,368	137	1,044	173	1,035	209	868	245	811	281	875	317	946	353	797
30	1,288	66	1,292	102	1,226	138	939	174	859	210	883	246	1,087	282	1,070	318	728	354	653
31	1,316	67	1,278	103	884	139	868	175	901	211	1,049	247	1,078	283	1,015	319	608	355	561
32	1,307	68	1,242	104	1,011	140	1,143	176	944	212	1,334	248	940	284	712	320	664	356	467
33	1,107	69	1,279	105	1,168	141	1,292	177	1,299	213	974	249	787	285	583	321	604	357	700
34	1,124	70	1,429	106	1,351	142	1,228	178	1,012	214	838	250	430	286	623	322	537	358	715
35	1,200	71	1,297	107	1,254	143	1,155	179	764	215	740	251	720	287	714	323	800	359	687
36	1,383	72	1,343	108	1,217	144	1,030	180	827	216	701	252	717	288	944	324	927	360	535

ภาคผนวก ค.

บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

ปณาลี นิลคง และ กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข. 2561. “การเปรียบเทียบนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง ภายใต้รูปแบบความต้องการของลูกค้าที่แตกต่างกัน”. การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติครั้งที่ 9 ประจำปี 2561





การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติครั้งที่ 9 ประจำปี 2561

The 9th National Conference of Industrial Operations Development 2018

วันที่ 11 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมจัสมิน ซิตี้ สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ

การเปรียบเทียบนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง ภายใต้รูปแบบความต้องการของลูกค้าที่ต่างกััน

Comparisons of Inventory Control Policies under Different Customer Demand Patterns

ปณาลี นิลคอง¹ กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข^{2*}

Panalee Nilkong¹ Kittiwat Sirikasemsuk^{2*}

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบวิธีการหาขนาดการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบความต้องการของลูกค้าที่ต่างกััน 4 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 เป็นความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (CON), รูปแบบที่ 2 เป็นความต้องการที่มีฤดูกาล แต่ไม่มีแนวโน้ม (SEA), รูปแบบที่ 3 เป็นความต้องการที่มีฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (SIT), และรูปแบบที่ 4 เป็นความต้องการที่มีฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (SDT) วิธีการหาขนาดการสั่งซื้อมี 4 วิธี ได้แก่ 1) วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)), 2) วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM), 3) วิธีการ Least Unit Cost (LUC) และ 4) วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) ตัวชี้วัดประสิทธิภาพหลักในแต่ละนโยบาย คือ ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง เพื่อให้ได้ค่าที่ต่ำที่สุด ซึ่งพบว่าวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) เหมาะกับรูปแบบที่ 1 (CON) และ รูปแบบที่ 4 (SDT) ส่วนวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) เหมาะกับรูปแบบที่ 2 (SEA) และรูปแบบที่ 3 (SIT)

คำสำคัญ : นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง, สินค้าคงคลัง, การหาขนาดการสั่งซื้อ, การสั่งซื้อแบบประหยัด

Abstract

This research aim is a comparison of the methods to determine the optimal lot size under the four different customer demand patterns. Pattern 1 is demand without the trend and seasonality (CON); Pattern 2 is demand with the seasonality but no trend (SEA); Pattern 3 is demand with the seasonality and increasing trend (SIT); and Pattern 4 is demand with the seasonality and decreasing trend (SDT). In this research, there are the four following lot-sizing policies: 1) Economic Order Quantity (EOQ), 2) Silver and Meal Heuristic (SM), 3) Least Unit Cost (LUC), and 4) Part-Period Algorithm (PPA). The key performance indicator in each policy is the total inventory cost to get the minimum value. It is found that the Silver and Meal Heuristic (SM) method is

¹ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail: Panalee.nilkong@gmail.com

^{2*} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail: kittiwat.sirikasemsuk@gmail.com



การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติครั้งที่ 9 ประจำปี 2561

The 9th National Conference of Industrial Operations Development 2018

วันที่ 11 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมจัสมิน ซิตี้ สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ

suitable for the demand pattern 1 (CON) and the demand pattern 4 (SDT). The Part-Period Algorithm (PPA) method is suitable for the demand pattern 2 (SEA) and the demand pattern 3 (SIT).

Keywords : Inventory Control Policy, Inventory, Lot Sizing Problem, Economic Order Quantity (EOQ)

1. บทนำ

สินค้าคงคลังเป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินงานธุรกิจที่ผู้บริหารควรให้ความสนใจ เพราะสินค้าคงคลังเป็นทรัพย์สินที่มีมูลค่าสูงที่สุดในกลุ่มของทรัพย์สินหมุนเวียนและเกี่ยวข้องกับต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง และต้นทุนขาดแคลนสินค้าคงคลังไม่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า ซึ่งปัญหาในการควบคุมสินค้าคงคลังอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ธุรกิจล้มเหลวได้ ในเชิงธุรกิจการค้า การที่มีสินค้าคงคลังไม่เพียงพอขายให้แก่ลูกค้านั้น อาจส่งผลให้สูญเสียโอกาสของรายได้ที่ควรได้รับ และยังทำให้ลูกค้าลดความเชื่อถือของบริษัท ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้สูญเสียลูกค้าได้ หรือในอีกมุมหนึ่งหากจัดเก็บสินค้าคงคลังไว้มากเกินไป อาจทำให้ขาดสภาพคล่องในด้านการเงินได้ ดังนั้นการควบคุมสินค้าคงคลังเป็นผลดีที่ทำให้ธุรกิจเพิ่มผลกำไรและลดค่าใช้จ่าย

นอกจากการควบคุมสินค้าคงคลังเป็นผลดีในด้านธุรกิจแล้ว ยังส่งผลให้เศรษฐกิจเกิดประโยชน์จากการควบคุมสินค้าคงคลังด้วย ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากตัวเลขทางสถิติที่ได้จากการสำรวจต้นทุนเฉลี่ยของสินค้าคงคลังด้านการผลิตทั้งหมดในสหรัฐอเมริกาอยู่ประมาณ 30-35 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมด เช่น ถ้าบริษัทถือครองสินค้าคงคลังมูลค่า 800 ล้านบาท โดยเป็นต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังอยู่ที่ประมาณ 240 ล้านบาทต่อปี ถ้าหากบริษัทสามารถลดการถือครองได้ 400 ล้านบาท บริษัทสามารถลดต้นทุนได้กว่า 120 ล้านบาท ซึ่งการถือครองสินค้าคงคลังทำให้ลดต้นทุนได้ [1] จะเห็นได้ว่าการควบคุมสินค้าคงคลังส่งผลต่อต้นทุนโดยตรง ในการควบคุมสินค้าคงคลังรูปแบบที่นิยมในการศึกษาคือ การพิจารณาช่วงเวลาการสั่งซื้อและขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสม เพื่อให้ต้นทุนโดยรวมของการควบคุมสินค้าคงคลังมีค่าที่ต่ำที่สุด ซึ่งปัญหาดังกล่าวเรียกว่า ปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อ [2]

จากบทความของ Zhao และคณะ [3] ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเลือกแบบจำลองการพยากรณ์ต่อมูลค่าของการแบ่งปันข้อมูลในห่วงโซ่อุปทานภายใต้ผู้จัดจำหน่ายรายหนึ่งและผู้ค้าปลีกหลายราย ซึ่งความต้องการของผู้ค้าปลีกมีรูปแบบแตกต่างกันโดยมี 4 รูปแบบโดยมีแนวโน้มและฤดูกาลที่เกี่ยวข้อง ดังรูปที่ 1 ก) รูปแบบที่ 1 เป็นความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (CON) รูปที่ 1 ข) รูปแบบที่ 2 เป็นความต้องการที่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีฤดูกาล (SEA) รูปที่ 1 ค) รูปแบบที่ 3 เป็นความต้องการที่มีฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (SIT) และ รูปที่ 1 ง) รูปแบบที่ 4 เป็นความต้องการที่มีฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (SDT) โดยการใช้

แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์และผู้ค้าปลีกใช้วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) ผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าสามารถประหยัดต้นทุนได้มากขึ้น โดยการแบ่งปันข้อมูลและช่วยกระตุ้นให้แบ่งปันข้อมูลในห่วงโซ่อุปทานและยังสามารถช่วยเลือกรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทาน

ส่วนอีกบทความของจิริรัตน์ และ โอฬาร [4] โดยการควบคุมสินค้าคงคลังเคมีในอุตสาหกรรมการผลิตผ้าใบโพรทอร์ค โดยวิเคราะห์ข้อมูลจริงย้อนหลัง 52 สัปดาห์และหาต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังจากวิธีการหาขนาดการสั่งซื้อ 5 วิธี ได้แก่ วิธีการ Lot-For-Lot, วิธีการ Period Order Quantity, วิธีการ Least Unit Cost, วิธีการ Part-Period Algorithm และ วิธีการ Silver and Meal Heuristic แล้วเทียบกับต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังจากวิธีการ Wagner-Whitin Algorithm (WW) จากการเปรียบเทียบพบว่าส่วนใหญ่เหมาะสมกับวิธี Silver and Meal Heuristic เนื่องจากทำให้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังสารเคมีลดลงจากวิธีการ WW ไม่เกิน 11%

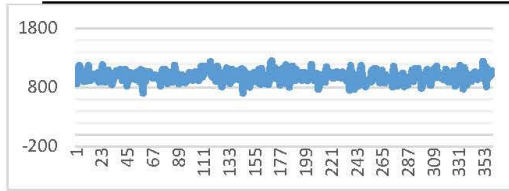
จะเห็นว่าบทความของ Zhao และคณะ [3] มิได้ศึกษาเกี่ยวกับนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง และบทความของจิริรัตน์ อ้วนเสมอ และ โอฬาร กิติธรรพรชัย [4] ได้ทำการศึกษาการควบคุมสินค้าคงคลังเพียงความต้องการรูปแบบเดียว โดยใช้ข้อมูลจริง ดังนั้น งานวิจัยนี้จะสนใจรูปแบบความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้ง 4 รูปแบบจากงานวิจัยของ Zhao และคณะ [3] เนื่องจากสามารถจำลองค่าความต้องการของลูกค้าได้ โดยกำหนดเป็นความต้องการของลูกค้าที่แท้จริง ซึ่งแต่ละรูปแบบความต้องการมีอิทธิพลเรื่องแนวโน้มและฤดูกาลมาเกี่ยวข้อง เพื่อทำการเปรียบเทียบการเลือกใช้นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง 4 วิธีการ คือ 1) วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ)) 2) วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) 3) วิธีการ Least Unit Cost (LUC) และ 4) วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) โดยพิจารณาถึงต้นทุนโดยรวมของการควบคุมสินค้าคงคลังที่ต่ำที่สุด วิธีการทั้ง 4 วิธีที่กล่าวข้างต้นเป็นวิธีที่ในด้านอุตสาหกรรมผลิตนิยมอย่างแพร่หลาย ซึ่งแต่ละวิธีการเหมาะสมกับรูปแบบความต้องการที่แตกต่างกัน ดังนั้น งานวิจัยจึงทำการวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมและทำให้การควบคุมสินค้าคงคลังมีประสิทธิภาพ สำหรับรูปแบบความต้องการของลูกค้าที่แตกต่างกันโดยมีอิทธิพลแนวโน้มและฤดูกาล



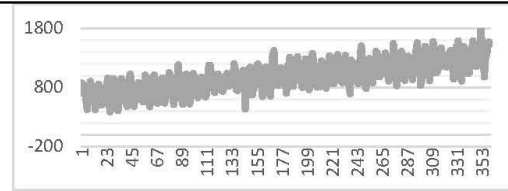
การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติครั้งที่ 9 ประจำปี 2561

The 9th National Conference of Industrial Operations Development 2018

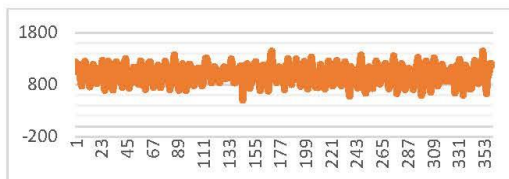
วันที่ 11 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมจัสมิน ซิตี้ สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ



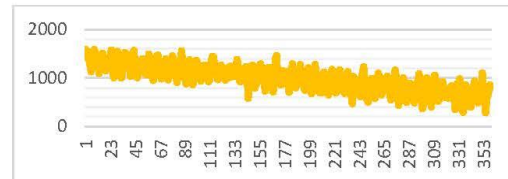
ก) รูปแบบที่ 1 ความต้องการโดยไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล (CON)



ค) รูปแบบที่ 3 ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (STP)



ข) รูปแบบที่ 2 ความต้องการที่ไม่มีแนวโน้มแต่มีฤดูกาล (SEA)



ง) รูปแบบที่ 4 ความต้องการโดยฤดูกาลและมีแนวโน้มที่ลดลง (SDP)

รูปที่ 1 ความต้องการของผู้ค้าปลีกทั้ง 4 รูปแบบ เมื่อ $t = 360$

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังเพื่อให้มีประสิทธิภาพนั้นพยายามจะลดค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลังให้ต่ำที่สุด ต้นทุนสินค้าคงคลัง (Inventory Cost) แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ 1) ต้นทุนในการสั่งซื้อ 2) ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง และ 3) ต้นทุนขาดแคลนสินค้าคงคลัง ไม่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า ซึ่งจำเป็นต้องมีการสั่งซื้อเพิ่ม โดยต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลัง ดังสมการดังนี้ [5]

ต้นทุนโดยรวม = ต้นทุนการสั่งซื้อหรือส่งผลิต + ต้นทุนในการจัดเก็บ + ต้นทุนการขาดแคลน

ปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อ (Lot Sizing Problem) เป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในการควบคุมการสั่งซื้อและการควบคุมสินค้าคงคลัง ซึ่งปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อที่นิยมใช้กันมาก คือ

2.1 การสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ))

การสั่งซื้อแบบประหยัด ซึ่งพัฒนาโดย Harris [6] ที่เหมาะสมกับสินค้าที่มีความต้องการที่แน่นอนและไม่ซ้ำซ้อน ซึ่งเป็นวิธีการสั่งซื้อที่ง่ายต่อการหาค่าตอบ

2.2 วิธีการ Silver and Meal heuristic (SM)

วิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) เป็นวิธีการสั่งซื้อที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังใกล้เคียงกับค่าต่ำที่สุด มีความง่ายและสะดวกในการคำนวณ โดยมีสมการ ดังนี้

โดยที่

- t – คาบเวลา (วัน, สัปดาห์, เดือน) $t = 1, \dots, T$ เมื่อ T แสดงระยะเวลาทั้งหมดในการวางแผน
 - D_t – ปริมาณความต้องการสินค้าในคาบเวลา
 - C_t – ต้นทุนการสั่งซื้อในคาบเวลา (บาทต่อครั้ง)
 - H – ต้นทุนในการถือครองสินค้าคงคลัง (บาทต่อหน่วยต่อคาบเวลา)
 - $TRC(T)$ – ต้นทุนทั้งหมดต่อระยะเวลาทั้งหมดในการวางแผน
 - Q – ตัวแปรตัดสินใจว่าควรจะสั่งซื้อด้วยจำนวนเท่าใด
- ฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อเลือก T ที่ลดต้นทุนทั้งหมดต่องวด โดยประเมินค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ของ T จน

$$\frac{TRC(T+1)}{T+1} > \frac{TRC(T)}{T}$$

เมื่อต้นทุนทั้งหมดต่อหน่วยที่ $T+1$ มากกว่าต้นทุนทั้งหมดต่อหน่วยที่ T ให้เลือก T เป็นจำนวนสำหรับคำสั่งปริมาณการสั่งซื้อ จะดำเนินการหาขนาดปริมาณการสั่งซื้อต่อไปจนถึงจุดสิ้นสุดของการวางแผนสั่งซื้อ

2.3 วิธีการ Least Unit Cost (LUC)

วิธีการ Least Unit Cost (LUC) เป็นวิธีการสั่งซื้อที่จะลดขั้นตอนการคำนวณที่ซับซ้อนที่เป็นที่นิยม มีลักษณะการคำนวณคล้ายกับ Silver and Meal Heuristic (SM) แต่ตัวแปรแตกต่างกัน โดยจะใช้จำนวนหน่วยที่เท่า



การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติครั้งที่ 9 ประจำปี 2561

The 9th National Conference of Industrial Operations Development 2018

วันที่ 11 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมจัสมิณ ซิตี้ สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ

การผลิตในเวลานั้นเป็นตัวหาร การคำนวณนี้ก็กำหนดต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยในเวลานั้นๆ

2.4 วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA)

วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) อีกวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจ เป็นวิธีการคำนวณขนาดการผลิตด้วยการปรับสมดุลค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและต้นทุนการถือครอง [7]

3. คำอธิบาย

3.1 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานแบบง่ายและกลไกการจำลองสถานการณ์ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาโครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งมีผู้ผลิต (Supplier) 1 ราย และ ผู้ค้าปลีก (Retailer) 1 ราย ดังรูปที่ 2 โดยศึกษาความต้องการของผู้ค้าปลีกที่แตกต่างกัน ดังหัวข้อ 3.2



รูปที่ 2 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานแบบง่าย

ความต้องการของลูกค้าเป็นแบบทราบค่าแน่นอน (Deterministic) ซึ่งผู้ค้าปลีกจะทราบค่าความต้องการของลูกค้า โดยผู้ค้าปลีกจะทำการทบทวนระดับสินค้าคงคลังแบบสินค้าคงคลังเมื่อสิ้นงวด (Periodic Inventory Review) และทำการทบทวนทุกๆต้นช่วงเวลา ในการกำหนดการสั่งซื้อแต่ละครั้ง ผู้ค้าปลีกจะคำนวณหา Q_t จากนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังที่กำหนดไว้ เมื่อผู้ผลิตได้รับคำสั่งซื้อจะทำการส่งมอบทันที และสมมติว่าผู้ค้าปลีกจะได้รับสินค้าทันทีด้วย นั่นคือ เวลานำ (Lead time) = 0

3.2 รูปแบบความต้องการของลูกค้า

กำหนดให้รูปแบบความต้องการของลูกค้า ถูกสร้างขึ้นโดยสุทธต่อไป่นี้ [3]

$$D_t = base + slope \times t + season \times \sin\left(\frac{2\pi}{SeasonCycb} \times t\right) + noise \times snormal() \quad (1)$$

โดยที่ D_t คือ ความต้องการในช่วงเวลา t

$$t = 1, 2, 3, \dots, 360$$

$$SeasonCycb = 7$$

$snormal()$ คือ ตัวเลขสุ่มที่มีการกระจายตัวปกติ โดยมี

ค่าเฉลี่ย (μ) เท่ากับ 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เท่ากับ 1

พารามิเตอร์อื่น ๆ เป็นพารามิเตอร์เฉพาะสำหรับแต่ละรูปแบบความต้องการ ในการศึกษาครั้งนี้มีรูปแบบความต้องการทั้ง 4 รูปแบบที่มีอิทธิพลของแนวโน้มและฤดูกาลมาร่วมด้วย พารามิเตอร์รูปแบบความต้องการดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 1 จากงานวิจัยของ Zhao และคณะ [3]

ตารางที่ 1 ลักษณะของรูปแบบความต้องการ

รูปแบบความต้องการ	ค่าเริ่มต้น (base)	แนวโน้ม (slope)	ฤดูกาล (season)	สิ่งรบกวน (noise)
รูปแบบที่ 1 (CON)	1000	0	0	100
รูปแบบที่ 2 (SEA)	1000	0	200	100
รูปแบบที่ 3 (SIT)	638	-2	200	100
รูปแบบที่ 4 (SDT)	1361	2	200	100

ค่าเริ่มต้นที่มีการปรับเปลี่ยน เพื่อให้สอดคล้องความต้องการเฉลี่ยสำหรับกรจำลองสถานการณ์ทุกช่วงเวลาเป็น 1000

3.3 ขอบเขตของงานวิจัยและค่าเริ่มต้น

- ไม่นำต้นทุนสินค้ามาใช้ในการคำนวณ
- หน่วยงานเป็น “วัน” ซึ่งศึกษา 360 วัน
- เวลาที่ระหว่างการสั่งซื้อจนถึงส่งมอบ มีค่าเท่ากับ 0
- อนุญาตให้สินค้าคงคลังขาดแคลน ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการขาดแคลนสินค้า (Out of stock cost) จะไม่เกิดขึ้น
- ไม่มีข้อจำกัดด้านปริมาณทรัพยากร
- ต้นทุนการสั่งซื้อ (C) = 285 ดอลลาร์ต่อครั้ง และต้นทุนในการจัดเก็บ (h) = 0.04 ดอลลาร์ต่อชิ้นต่อวัน [3]

4. การสร้างแบบจำลองค่าความต้องการของผู้ค้าปลีก

จากสมการที่ (1) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel และกำหนดให้พารามิเตอร์ต่างๆจากตารางที่ 1 ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา $t (D_t)$ ถูกแสดงในตารางที่ 2



การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติครั้งที่ 9 ประจำปี 2561

The 9th National Conference of Industrial Operations Development 2018

วันที่ 11 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมจัสมิน ซิตี้ สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ

ตารางที่ 2 ข้อมูลจากการจำลองความต้องการของผู้ค้าปลีกแต่ละรูปแบบ

	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4
1	1075	1232	872	1590
2	865	1059	702	1417
3	1109	1195	839	1550
4	1170	1084	729	1436
5	1113	918	566	1269
6	932	775	426	1124
...
355	814	628	976	279
356	1102	927	1277	577
357	1035	1002	1354	649
358	986	1120	1474	765
359	1011	1211	1567	854
360	1070	1185	1544	827

ตารางที่ 3 การคำนวณโดยใช้วิธีการ Silver and Meal Heuristic สำหรับความต้องการของลูกค้ารูปแบบที่ 1

t	D_t	T	TRC(T)	TRC(T)/T	Q
1	1075	1	285	285	
2	865	2	319.58	159.79	
3	1109	3	408.27	136.09	
4	1170	4	548.70	137.17	3049
4	1170	1	285	285	
5	1113	2	329.52	164.76	
...	
356	1102	1	285	285	
357	1035	2	326.39	163.19	
358	986	3	405.25	135.08	
359	1011	4	526.59	131.64	4134
360	1070	5	697.92	139.58	
360	1070	1	285	285	1071

5. การจำลองสถานการณ์เพื่อหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมและผลการเปรียบเทียบ

ผู้วิจัยต้องการหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมของความต้องการแต่ละรูปแบบโดยประยุกต์วิธีการหาขนาดการสั่งซื้อที่นิยมใช้ในด้านอุตสาหกรรม คือวิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ), วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM), วิธีการ Least Unit Cost (LUC) และ วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) โดยจะเปรียบเทียบต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังของแต่ละวิธี

การคำนวณต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังในแต่ละรูปแบบดังกล่าวอาศัยโปรแกรม Microsoft Office Excel

ตัวอย่างการคำนวณการสั่งซื้อของความต้องการของลูกค้ารูปแบบที่ 1 โดยใช้วิธีการ Silver and Meal Heuristic แสดงดังตารางที่ 3

การคำนวณต้นทุนโดยรวมของความต้องการรูปแบบที่ 1 (CON) โดยใช้วิธีการ Silver and Meal Heuristic ซึ่งจากการคำนวณในโปรแกรม Microsoft Office Excel จะได้ จำนวนการสั่งซื้อ 91 ครั้ง จะได้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนโดยรวม} &= \text{ต้นทุนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต} + \text{ต้นทุนในการจัดเก็บ} \\ &= 285(91) + 21142 \\ &= 47077 \end{aligned}$$

ดังนั้น วิธีการ Silver and Meal Heuristic สำหรับความต้องการของลูกค้ารูปแบบที่ 1 ใช้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังเท่ากับ 47,077 ดอลลาร์

ตารางที่ 4 ต้นทุนรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังของผู้ค้าปลีกแต่ละรูปแบบความต้องการ จากวิธีการสั่งซื้อแต่ละวิธี

	นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง			
	EOQ	SM	LUC	PPA
รูปแบบที่ 1 (CON)	54064	47077	47199	47199
รูปแบบที่ 2 (SEA)	54097	47122	47104	47025
รูปแบบที่ 3 (SIT)	54070	46603	47066	46358
รูปแบบที่ 4 (SDT)	54097	46421	47174	46585

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) เหมาะกับความต้องการรูปแบบที่ 1 (CON) และรูปแบบที่ 4 (SDT) ซึ่งต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังต่ำที่สุด คือ 47077 และ 46421



การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติครั้งที่ 9 ประจำปี 2561

The 9th National Conference of Industrial Operations Development 2018

วันที่ 11 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมจัสมิน ซิตี้ สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ

ตามลำดับ ส่วนวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) เหมาะกับความ ต้องการรูปแบบที่ 2 (SEA) และรูปแบบที่ 3 (SIT) ซึ่งจะได้ต้นทุนโดยรวม ในการควบคุมสินค้าคงคลังต่ำกว่าวิธีการ Silver and Meal Heuristic โดย วิธีการ Part-Period Algorithm จะได้ต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้า คงคลัง คือ 46,358 และ 46,603 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4 จะสามารถสรุปวิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่ทำให้ต้นทุน โดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังของความต้องการแต่ละรูปแบบของ ลูกค้านี้มีค่าที่ต่ำที่สุด แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปวิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับความต้องการของลูกค้าปลีกแต่ละรูปแบบ

รูปแบบความต้องการ	วิธีการ
1 (CON)	SM
2 (SEA)	PPA
3 (SIT)	PPA
4 (SDT)	SM

6. สรุป

การควบคุมสินค้าคงคลังให้มีประสิทธิภาพ สำหรับความต้องการของ ลูกค้าทั้ง 4 รูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบความต้องการมีอิทธิพลเรื่องแนวโน้ม และฤดูกาลรวมด้วย ทราบค่าที่แน่นอน โดยการแก้ปัญหาการหาขนาด การสั่งซื้อ (Lot Sizing Problem) จุดประสงค์หลัก คือ เพื่อควบคุมสินค้าคง คลังให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งต้นทุนโดยรวมในการควบคุมสินค้าคงคลังมีค่า ต่ำเป็นส่วนหนึ่งในการทำให้การควบคุมสินค้าคงคลังมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้ปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อที่เป็นวิธีการที่นิยม ใช้ในด้านอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้ คือ วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ), วิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM), วิธีการ Least Unit Cost (LUC) และ วิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) และเปรียบเทียบต้นทุน โดยรวมเพื่อเลือกวิธีการที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมมีค่าต่ำ ซึ่งพบว่า วิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) เหมาะกับความต้องการรูปแบบที่ 1 (CON) และรูปแบบที่ 4 (SDT) ส่วนวิธีการ Part-Period Algorithm (PPA) เหมาะกับความต้องการรูปแบบที่ 2 (SEA) และรูปแบบที่ 3 (SIT)

เอกสารอ้างอิง

- พิภพ สถิตินทรณ์. การวางแผนและควบคุมการผลิต, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ซีอียูเคชั่น, 2556.
- Awi Federgruen and Michal Tzur. "A Simple Forward Algorithm to Solve General Dynamic Lot Sizing Models with n Periods in $O(n \log n)$ or $O(n)$ Time", Management Science 37(8) : 909-925, Aug. 1991

- Xiande Zhao, Jinxing Xie, and Janny Leung. "The impact of forecasting model selection on the value of information sharing in a supply chain", European Journal of Operational Research 142 (2002) : 321-344
- จิรรัตน์ อ้วนเสมอ และ โอฬาร กิตติธรพรชัย. "การจัดการพัสดุคงคลัง เคมีในอุตสาหกรรมการผลิตผ้าใบโพรทอร์ด้วยวิธีการกำหนดการสั่งซื้อ", วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 24, ฉบับที่ 2, พ.ศ.-ศ.ศ. 2557
- ชุมพล ศฤงคารศิริ. การวางแผนและควบคุมการผลิต, ฉบับปรับปรุงใหม่, พิมพ์ครั้งที่ 12, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2545
- Hesham K. Alfares and Rio Turnadib. "Lot sizing and supplier selection with multiple items, multiple periods, quantity discounts, and backordering", Computers & Industrial Engineering 116 (2018), 59-71
- Richard J. Tersine. "Principles of inventory and materials management", Fourth edition, 1994.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวปณาลี นิลคง
วัน เดือน ปีเกิด	19 เมษายน 2537 ที่จังหวัดสงขลา
ที่อยู่	3/3 หมู่ที่ 6 ตำบลมะกรูด อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี โทร. 096-925-8248
ประวัติการศึกษา	2558 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	“การเปรียบเทียบนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง ภายใต้รูปแบบความต้องการของลูกค้าที่แตกต่างกัน (Comparisons of Inventory Control Policies under Different Customer Demand Patterns)”. การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติครั้งที่ 9 ประจำปี 2561 วันที่ 11 พฤษภาคม 2561