

## การกำหนดนโยบายการสั่งซื้อวัสดุสิ้นเปลืองหลายรายการพร้อมกัน

จันทกานต์ จรัสพันธ์<sup>\*1</sup>, อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์<sup>2</sup>, สราวุธ จันทร์สุวรรณ<sup>3</sup> และ ศิวิกา ดุษฎีโหนด<sup>4</sup>

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ 148 ถนนเสรีไทย แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240

Received: 25 February 2024; Revised: 02 May 2024; Accepted: 23 May 2024

### บทคัดย่อ

การกำหนดหรือการวางแผนนโยบายการสั่งซื้อสินค้าถือว่ามีผลอย่างมาก เนื่องจากการกำหนดนโยบายการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสมสามารถลดต้นทุนโดยรวมของบริษัทได้ ซึ่งการกำหนดนโยบายการสั่งซื้อสินค้านั้น ผู้ที่จะทำการวางแผนหรือกำหนดนโยบายจะต้องทราบรายละเอียดของตัวสินค้า และเงื่อนไขในการสั่งซื้อสินค้ากับบริษัทต้นทางหรือผู้ผลิตเป็นอย่างดี รวมทั้งค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ต้องเกิดขึ้นในการสั่งซื้อสินค้าเข้าบริษัท และต้องทราบพฤติกรรมของลูกค้าในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละรายการ เพื่อใช้ในการคาดการณ์การสั่งซื้อของลูกค้าในอนาคต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และจัดตั้งนโยบายการสั่งซื้อวัสดุสิ้นเปลืองใหม่ ให้มีความเหมาะสมกับความต้องการและมีต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยต่อปีน้อยที่สุด แต่เนื่องจากวัสดุสิ้นเปลืองหรืออุปกรณ์ภายในมีความต้องการไม่คงที่ และมีความต้องการเป็นศูนย์หลายช่วงเวลา (Intermittent Demand and Lumpy Demand) ทำให้บริษัทยากต่อการบริหารจัดการสินค้าคงคลังและการสำรองสินค้าเพื่อป้องกันสินค้าขาดมือ ดังนั้นจึงกำหนดนโยบายการสั่งซื้อวัสดุสิ้นเปลืองใหม่โดยการพยากรณ์หาความต้องการที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการพยากรณ์ทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ 1. การพยากรณ์โดยวิธีของ Croston 2. การพยากรณ์โดยวิธีการประมาณค่าของ Syntetos และ Boylan (SBA) 3. การพยากรณ์โดยวิธีของ Shale Boylan และ Johnston (SBJ) 4. การพยากรณ์โดยวิธีของ Teunter Syntetos และ Babai (TSB) และนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการพยากรณ์ที่มีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) ที่ต่ำที่สุดมาคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อ จุดสั่งซื้อใหม่ และสินค้าคงคลังสำรองเพื่อป้องกันสินค้าขาดมือของแต่ละรายการที่ทำให้ต้นทุนรวมต่อปีต่ำที่สุด โดยใช้วิธีการสั่งซื้อสินค้าหลายรายการพร้อมกัน (Joint Replenishment Problem) ภายใต้ข้อจำกัดของตู้คอนเทนเนอร์ที่บรรจุได้เพียง 12 พาเลท และข้อจำกัดในการสั่งซื้อที่ต้องสั่งซื้อแบบเต็มพาเลทต่อรายการ

**คำสำคัญ:** ความต้องการไม่คงที่, การพยากรณ์, ปริมาณการสั่งซื้อ, จุดการสั่งซื้อใหม่, การสั่งซื้อสินค้าหลายรายการพร้อมกัน

<sup>\*</sup>Corresponding author. E-mail: juntakanjaratphan@gmail.com

<sup>1</sup> นักศึกษามหาบัณฑิต สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

<sup>2, 3, 4</sup> สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

## Establish a policy for ordering multiple consumable products simultaneously

Juntakan Jaratphan<sup>\*1</sup>, Akkaranan Pongsathornwiwat<sup>2</sup>, Sarawut Jansuwan<sup>3</sup> and Siwiga Dusadenoad<sup>4</sup>

National Institute of Development Administration, 148 Serithai Road, Khlong Chan Subdistrict,  
Bangkapi District, Bangkok 10240.

Received: 25 February 2024; Revised: 02 May 2024; Accepted: 23 May 2024

### Abstract

Defining or planning product purchasing policies is very important because setting an appropriate purchasing policy can reduce the company's overall costs. which determines the product ordering policy who will plan or set the policy must know the details of the product and conditions for ordering products with the originating company or manufacturer Including all expenses that must occur in ordering products into the company and must know each product customer behavior to be used to predict future customer orders. This research aims to analyze and establish a policy for purchasing new supplies to be suitable for needs and have the lowest average annual total cost. However, an unstable demand for consumables or Liner bags has zero demand for many periods (Intermittent Demand and Lumpy Demand) cause it difficult for the company to manage inventory and reserve products to prevent product shortages. Therefore, it sets up a policy for ordering new supplies by forecasting demand that may occur in the future. In this research, 4 forecasting methods will be used 1. Forecasting by Croston's method 2. Forecasting by Syntetos and Boylan (SBA) estimation method 3. Forecasting by Shale Boylan and Johnston method (SBJ) 4. Forecasting by the method of Teunter Syntetos and Babai (TSB) and using the mean and standard deviation obtained from the forecasting method with the square root of the mean square error (RMSE) that lowest RMSE is used to calculate the order quantity, reorder point and safety stock to prevent shortages of each item that keeps the total annual cost to a minimum. By using the method of ordering many products at once (Joint Replenishment Problem) under the limitations of a container that can hold only 12 pallets and the ordering requirements that must order a full pallet per item.

**Keywords:** unstable demand, forecasting, order quantity, reorder point, Joint replenishment problem

---

<sup>\*</sup>Corresponding author. E-mail: juntakanjaratphan@gmail.com

<sup>1</sup> Master's degree student Logistics Management, Faculty of Applied Statistics, National Institute of Development Administration

<sup>2, 3, 4</sup> Logistics Management, Faculty of Applied Statistics, National Institute of Development Administration

## 1. บทนำ

บริษัท ทรนศึกษา ดำเนินธุรกิจในด้านผู้ให้เช่า ภาชนะบรรจุและพาเลทหมุนเวียน โดยเป็นการให้บริการใน หน่วยธุรกิจหลัก คือ กลุ่มธุรกิจอุปโภค-บริโภค ซึ่งในหน่วย ธุรกิจนั้น จะเช่าภาชนะบรรจุหมุนเวียนและผลิตภัณฑ์ควบคู่ที่ ต้องใช้งานร่วมกัน เพื่อใช้งานภาชนะบรรจุหมุนเวียนอย่างมี ประสิทธิภาพ คือ ถุงรองภายใน (Liner Bag) ซึ่งเป็นสินค้าที่ จัดอยู่ในประเภทวัสดุสิ้นเปลือง ที่ทางบริษัทนำเข้ามาเพื่อ จำหน่ายให้กับลูกค้าทางธุรกิจ โดยมีการนำเข้าจากประเทศ แอฟริกาใต้ และต้องรอคอยสินค้านับตั้งแต่วันที่ทำการสั่ง สินค้าจนถึงวันที่ได้รับสินค้า (lead time) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลให้มีสินค้าขาดมือในบางครั้ง อีกทั้งความ ต้องการของถุงรองภายในแต่ละรายการมีความต้องการไม่ คงที่ และในหลายสัปดาห์มีความต้องการเป็นศูนย์ หาก บริษัททำการสั่งซื้อสินค้าเยอะเกินไปอาจส่งผลให้ต้นทุน สินค้าคงคลัง (Holding cost) สูง แต่หากบริษัททำการสั่งซื้อ น้อยไปอาจจะต้องทำการสั่งซื้อสินค้าเข้ามาหลายรอบ ส่งผล ให้ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Setup cost) สูง

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงต้องการกำหนดนโยบายการ สั่งซื้อวัสดุสิ้นเปลืองใหม่ ให้เหมาะสมกับความต้องการของ ลูกค้า และมีต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยต่อปีต่ำที่สุด โดยเป็นการ กำหนดนโยบายใหม่สำหรับการสั่งซื้อถุงรองภายใน (Liner bag) โดยจะเจาะจงไปที่ 4 รายการของถุงรองภายใน ได้แก่ SFF006 SFF014 SPW013 และ SPW058 เนื่องจากทั้ง 4 รายการดังกล่าว มีราคาต่อหน่วยค่อนข้างสูงและยังมี ยอดขายอยู่อย่างต่อเนื่อง จากนั้นทำการพยากรณ์ (Forecasting) ความต้องการถุงรองภายในของแต่ละรายการ เพื่อประเมินความต้องการที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยใช้ โปรแกรม R Studio ในการคำนวณหาค่าพยากรณ์ และนำ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการพยากรณ์มา คำนวณการปริมาณการสั่งซื้อสินค้า จุดการสั่งซื้อสินค้าใหม่ และสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock) ที่ทำให้ต้นทุนรวม โดยเฉลี่ยต่อปีต่ำที่สุด โดยวิธี Joint Replenishment Problem และใช้ Excel solver ในการแก้ไขปัญห ภายใต้ เงื่อนไขที่กำหนด เพื่อให้มีต้นทุนต่ำที่สุด

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การจำแนกรูปแบบความต้องการ

รูปแบบความต้องการสามารถแบ่งได้ตามค่า สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกำลังสอง (Coefficient of Variation Squared :  $CV^2$ ) และค่าคาบเวลาเฉลี่ยที่ไม่เกิด ความต้องการ (Average Demand Interval : ADI) โดย สามารถจำแนกได้ 4 รูปแบบ ได้แก่ erratic demand, smooth demand, lumpy demand และ intermittent demand [1] โดยสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความ แปรปรวนกำลังสอง (Coefficient of Variation Squared:  $CV^2$ ) ได้ดังสมการที่ (1)-(3) ดังนี้

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \quad (1)$$

โดยที่

$CV$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

$\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณความต้องการของสินค้า

$\sigma$  คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (sample standard deviation) ของปริมาณความต้องการ สินค้า

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N r_i}{N} \quad (2)$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (r_i - \mu)^2}{N-1} \quad (3)$$

$r_i$  คือ ปริมาณความต้องการสินค้าในช่วงเวลาที่  $i$

$N$  คือ จำนวนช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจารณา

สำหรับค่าคาบเวลาเฉลี่ยที่ไม่เกิดความต้องการ (Average Demand Interval : ADI) สามารถคำนวณจาก ค่าเฉลี่ยของคาบเวลาที่ไม่มีความต้องการ จากสมการดังนี้

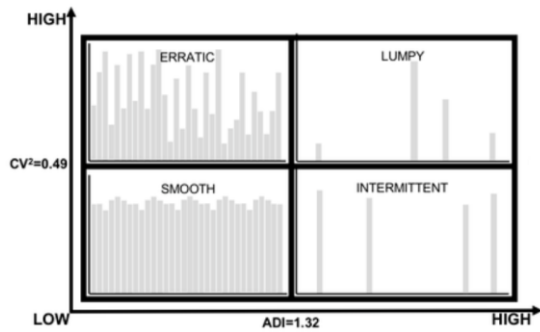
$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N} \quad (4)$$

โดยที่

$T_i$  คือ จำนวนช่วงเวลาระหว่างความต้องการที่เกิดขึ้น ระหว่างครั้งที่  $i$  และ  $i - 1$

$N$  คือ จำนวนช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจารณา

เมื่อทราบค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกำลังสอง และค่าคาบเวลาเฉลี่ยที่ไม่เกิดความต้องการแล้ว นำมาเทียบ ดังรูปที่ 1 เพื่อจำแนกรูปแบบความต้องการ



รูปที่ 1 การเปรียบเทียบรูปแบบความต้องการทั้ง 4 รูปแบบ

จากรูป ลักษณะของรูปแบบความต้องการสามารถ แบ่งเป็นดังต่อไปนี้ Smooth demand ( $ADI < 1.32$  และ  $cv^2 < 0.49$ ) ความต้องการมีความสม่ำเสมอทั้งในด้านเวลา และปริมาณ ความต้องการรูปแบบนี้จึงง่ายต่อการพยากรณ์ และมีข้อผิดพลาดในการพยากรณ์ต่ำ

Intermittent demand ( $ADI \geq 1.32$  และ  $cv^2 < 0.49$ ) ไม่มีความต้องการในหลายช่วงเวลา และปริมาณ ความต้องการมีความแปรปรวนต่ำ

Erratic demand ( $ADI < 1.32$  และ  $cv^2 \geq 0.49$ ) มีปริมาณความต้องการเกิดขึ้นบ่อยหรือหลายช่วงเวลา แต่ ปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนมาก จึงยากต่อการ พยากรณ์ เนื่องจากมีความแม่นยำต่ำ

Lumpy demand ( $ADI \geq 1.32$  และ  $cv^2 \geq 0.49$ ) เป็นความต้องการที่มีลักษณะเฉพาะ คือ มีการ เปลี่ยนแปลงของปริมาณความต้องการมากและหลาย ช่วงเวลาไม่มีความต้องการเกิดขึ้น ดังนั้นจึงเป็นสินค้าที่ยาก ในการสร้างการพยากรณ์ที่เชื่อถือได้ ไม่ว่าจะใช้เครื่องมือ พยากรณ์ใดก็ตาม เพราะรูปแบบความต้องการประเภทนี้ ไม่สามารถคาดการณ์ได้ [2]

## 2.2 การพยากรณ์ความต้องการ

การพยากรณ์ความต้องการเป็นการคาดการณ์ ความต้องการที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลใน อดีต และสำหรับข้อมูลที่เป็นรูปแบบที่ไม่มีความต้องการใน หลายช่วงเวลา เช่น Intermittent demand และ Lumpy demand สามารถใช้วิธีการพยากรณ์ได้ดังต่อไปนี้

### 2.2.1 การพยากรณ์โดยวิธีของ Croston (Croston's Method)

วิธีการของ Croston เป็นวิธีที่มีการปรับปรุงจาก วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Simple Exponential Smoothing : SES) โดยในวิธีของ Croston จะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. Demand size: ขนาดความต้องการที่เกิดขึ้น (non-zero quantity)
2. Interarrival time: เวลาระหว่างการเกิด ความต้องการสินค้า

ซึ่งทั้ง 2 ส่วนจะถูกปรับเรียบด้วยวิธีการปรับเรียบ แบบเอกซ์โปเนนเชียล แต่จะมีการอัปเดตค่าพยากรณ์ เฉพาะรอบระยะเวลาที่มีความต้องการที่ไม่ใช่ศูนย์เท่านั้น [3] ซึ่งสามารถคำนวณโดยใช้โปรแกรม R Studio โดยใช้ โค้ดดังรูปที่ 2

```
# Decomposition of a time series
crost.decomp(y)

# Croston's method
'*****'

f.crost <- crost(y,h=h,outplot=TRUE)
f.crost
```

รูปที่ 2 โค้ดการหาค่าพยากรณ์ด้วยวิธีของ Croston โดย โปรแกรม R Studio

โดยที่  $y$  คือชุดข้อมูลที่รวบรวมมาจากความ ต้องการที่เกิดขึ้นในอดีต ซึ่งโปรแกรมจะแสดงผลของ ผลลัพธ์ออกมาดังตารางที่ 1 ดังนี้ [4]

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรม R Studio

| Code                | หมวดหมู่ของผลลัพธ์                                                                             |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| f.crost\$weights    | น้ำหนักของพารามิเตอร์สำหรับ Demand size และ Interarrival time                                  |
| f.crost\$model      | ชื่อวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์                                                                     |
| f.crost\$components | ขนาดความต้องการที่เกิดขึ้น (Demand) และเวลาระหว่างการเกิดความต้องการสินค้า (Interarrival time) |
| f.crost\$frc.in     | ค่าพยากรณ์ในช่วง Training set                                                                  |
| f.crost\$frc.out    | ค่าพยากรณ์ในช่วง Test set                                                                      |

## 2.2.2 การพยากรณ์โดยวิธีการประมาณค่าของ Syntetos และ Boylan (SBA)

เป็นวิธีที่ปรับปรุงและพัฒนาจากวิธี Croston โดยผู้คิดค้นอ้างว่าวิธีดังกล่าวสามารถกำจัดค่าความเอนเอียง (Bias) ออกได้ โดยการเพิ่ม  $(1 - \frac{\beta}{2})$  เข้าไปในการสมการการหาค่าพยากรณ์ความต้องการของ Croston [5] ดังตารางที่ 2 ซึ่งสามารถคำนวณโดยใช้โปรแกรม R Studio โดยใช้โค้ดดังรูปที่ 3

```
# Syntetos-Boylan approximation (SBA)
'*****'
f.sba <- crost(y,h=h,type="sba")
f.sba
f.sba$frc.out # out-of-sample forecast (Demand/Interval)
```

รูปที่ 3 โค้ดการหาค่าพยากรณ์ด้วยวิธีการประมาณค่าของ Syntetos และ Boylan (SBA) โดยโปรแกรม R Studio

## 2.2.3 การพยากรณ์โดยวิธีของ Shale Boylan และ Johnston (SBJ)

มีลักษณะการเขียนโค้ดคล้ายกับการพยากรณ์โดยวิธีการประมาณค่าของ Syntetos และ Boylan (SBA) ซึ่งผู้คิดค้นได้มีการพัฒนาจากวิธี Croston และอ้างว่าสามารถ

กำจัดค่าความเอนเอียง (Bias) ออกได้เช่นเดียวกับวิธี SBA แต่วิธี SBJ จะมีความแม่นยำที่สูงกว่าวิธี SBA และ Croston สำหรับความต้องการที่มีช่วงเวลาระหว่างความต้องการที่สั้นและมีจำนวนช่วงเวลาระหว่างความต้องการที่เกิดขึ้นซ้ำๆกันหลายรอบ [6] ซึ่งสามารถคำนวณโดยใช้โปรแกรม R Studio โดยใช้โค้ดดังรูปที่ 4 ดังนี้

```
# Shale-Boylan-Johnston correction
'*****'
f.sbjc <- crost(y,h=h,type="sbj")
f.sbjc
f.sbjc$frc.out # out-of-sample forecast (Demand/Interval)
```

รูปที่ 4 โค้ดการหาค่าพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ของ Shale Boylan และ Johnston (SBJ) โดยโปรแกรม R Studio

## 2.2.4 การพยากรณ์โดยวิธีของ Teunter Syntetos และ Babai (TSB)

TSB อาจมีประสิทธิภาพดีกว่า 3 วิธีข้างต้นในบางสถานการณ์ เนื่องจากความน่าจะเป็นของความต้องการที่มีการอัปเดตค่าพยากรณ์ความต้องการในทุกช่วงเวลา

ซึ่งอาจทำให้มีความแม่นยำที่สูงกว่า สามารถคำนวณโดยใช้โปรแกรม R Studio โดยใช้โค้ดดังรูปที่ 5

```
# Teunter, Syntetos and Babai (TSB)
'*****'
f.tsb <- tsb(y,h=h)
f.tsb
f.tsb$frc.out
```

รูปที่ 5 โค้ดการหาค่าพยากรณ์ด้วยวิธีของ Teunter Syntetos และ Babai (TSB) โดยโปรแกรม R Studio

ซึ่งวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธีข้างต้น จะมีการแสดงผลลัพธ์ตามหมวดหมู่ของผลลัพธ์ดังตารางที่ 1 และสามารถคำนวณได้จากสูตรดังตารางที่ 2 ดังนี้ [7-9]

ตารางที่ 2 สูตรในการหาค่าพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี

| วิธีการพยากรณ์ | $Z_t > 0$                                                                                                             | $Z_t = 0$                                                                             | $\hat{x}_t$                                                               |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Croston        | $\hat{Z}_t = \hat{Z}_{t-1} + \alpha(Z_t - \hat{Z}_{t-1})$<br>$\hat{T}_t = \hat{T}_{t-1} + \beta(q_t - \hat{T}_{t-1})$ | $\hat{Z}_t = \hat{Z}_{t-1}$<br>$\hat{T}_t = \hat{T}_{t-1}$<br>$q_t = q_{t-1} + 1$     | $\hat{x}_t = \frac{\hat{Z}_t}{\hat{T}_t}$                                 |
| SBA            | $\hat{Z}_t = \hat{Z}_{t-1} + \alpha(Z_t - \hat{Z}_{t-1})$<br>$\hat{T}_t = \hat{T}_{t-1} + \beta(q_t - \hat{T}_{t-1})$ | $\hat{Z}_t = \hat{Z}_{t-1}$<br>$\hat{T}_t = \hat{T}_{t-1}$<br>$q_t = q_{t-1} + 1$     | $\hat{x}_t = (1 - \frac{\beta}{2}) \frac{\hat{Z}_t}{\hat{T}_t}$           |
| SBJ            | $\hat{Z}_t = \hat{Z}_{t-1} + \alpha(Z_t - \hat{Z}_{t-1})$<br>$\hat{T}_t = \hat{T}_{t-1} + \beta(q_t - \hat{T}_{t-1})$ | $\hat{Z}_t = \hat{Z}_{t-1}$<br>$\hat{T}_t = \hat{T}_{t-1}$<br>$q_t = q_{t-1} + 1$     | $\hat{x}_t = (1 - \frac{\beta}{(2 - \beta)}) \frac{\hat{Z}_t}{\hat{T}_t}$ |
| TSB            | $\hat{Z}_t = \hat{Z}_{t-1} + \alpha(Z_t - \hat{Z}_{t-1})$<br>$\hat{p}_t = \hat{p}_{t-1} + \beta(1 - \hat{p}_{t-1})$   | $\hat{Z}_t = \hat{Z}_{t-1}$<br>$\hat{p}_t = \hat{p}_{t-1} + \beta(0 - \hat{p}_{t-1})$ | $\hat{x}_t = \hat{Z}_t \hat{p}_t$                                         |

โดยที่

$t$  คือ ดัชนีช่วงเวลา

$Z_t$  คือ ปริมาณความต้องการในช่วงเวลา  $t$

$\hat{Z}_t$  คือ ค่าประมาณปริมาณความต้องการในช่วงเวลา  $t$

$\hat{x}_t$  คือ ค่าพยากรณ์ความต้องการที่อาจจะเกิดขึ้นในช่วงเวลา  $t$

$\hat{T}_t$  คือ ค่าประมาณของช่วงเวลา ระหว่างช่วงเวลาที่มีความต้องการ (non-zero demand) หรือระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดความต้องการ (time interval of non-zero demand)

$q_t$  คือ จำนวนช่วงเวลาตั้งแต่ความต้องการที่เกิดขึ้นครั้งล่าสุด ณ ช่วงเวลา  $t$

$\hat{p}_t$  คือ ค่าประมาณของโอกาสที่จะเกิดความต้องการในช่วงเวลา  $t$

$\alpha, \beta$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ มีค่าอยู่ในช่วง 0-1

## 2.3 การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

ค่าพยากรณ์ที่ดีควรต้องให้ค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งเทคนิคและวิธีการพยากรณ์มีหลากหลายวิธีการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าใกล้เคียงความเป็นจริงต้องมีตัวชี้วัดที่สามารถบอกได้ว่าผลการคำนวณจากวิธีการพยากรณ์ใดให้ค่าความแม่นยำมากที่สุด ซึ่งผู้ตัดสินใจต้องมีวิธีการวัดความแม่นยำ เพื่อเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมซึ่งวิธีที่นิยมใช้ในการวัดความคลาดเคลื่อนมีดังนี้

### 2.3.1 Root Mean Square Error (RMSE)

ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนยกกำลังสองสามารถคำนวณได้จากสมการ (5) ดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\left(\frac{1}{n}\right) \sum (I_{A_t} - F_t)^2} \quad (5)$$

โดยที่

$A_t$  คือ ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา  $t$

$F_t$  คือ ค่าพยากรณ์ที่เวลา  $t$

$n$  คือ จำนวนคาบเวลาที่พิจารณา

การเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุด นอกจากเป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่จะพยากรณ์แล้ว ควรเลือกจากค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุดด้วย

## 2.4 วิธีการสั่งซื้อสินค้าหลายรายการพร้อมกัน (Joint Replenishment Problem)

เป็นการคำนวณเพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าและจุดการสั่งซื้อใหม่สำหรับสินค้าที่ต้องการสั่งซื้อพร้อมกันหลายรายการ เพื่อลดต้นทุน เช่น ต้นทุนในการขนส่ง ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า การหาปริมาณการสั่งซื้อของแต่ละรายการที่จะทำการสั่งซื้อรวมกัน [10] สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (6)-(8)

$$\text{minimize } \frac{K}{T} + \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{T_i} + \sum_{i=1}^n \frac{h_i d_i T_i}{2} \quad (6)$$

ข้อจำกัด

$$m_i \geq 1 \text{ และมีค่าเป็นจำนวนเต็ม} \quad (7)$$

$$T \geq 0 \quad (8)$$

ซึ่งระยะห่างของเวลาในการสั่งแต่ละรอบของรายการ  $i$  หรือ  $T_i$  สามารถหาได้จากสมการที่ (9) และข้อสมมุติที่ว่าปริมาณความต้องการคงที่ ปริมาณการสั่งซื้อสำหรับรายการสินค้าที่  $i$  สามารถหาได้จากสมการที่ (10) ดังนี้

$$T_i = m_i T \quad (9)$$

$$Q_i = d_i T_i \quad (10)$$

และจากสมการที่ (6) ฟังก์ชันจุดประสงค์ ต้องการให้ต้นทุนรวมต่อปีน้อยที่สุด ซึ่งประกอบไปด้วย 3 พจน์ได้แก่

พจน์ที่ 1  $\frac{K}{T}$  คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อปี (Major setup cost per year) เป็นต้นทุนที่ไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณการสั่งซื้อสินค้า

พจน์ที่ 2  $\sum_{i=1}^n \frac{k_i}{T_i}$  คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อเพิ่มเติมต่อปี (Minor setup cost per year) เป็นต้นทุนในการสั่งซื้อที่จะแตกต่างกันไปตามจำนวนสินค้า

พจน์ที่ 3  $\sum_{i=1}^n \frac{h_i d_i T_i}{2}$  คือ ต้นทุนในการถือครองสินค้าต่อปี

โดยที่

$K$  คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Major setup cost) เป็นต้นทุนที่ไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณการสั่งซื้อสินค้า เช่น การนำเข้าตู้คอนเทนเนอร์ ค่าขนส่งแบบเหมาคันรถ เป็นต้น

$k_i$  คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อเพิ่มเติม (Minor setup cost) ของรายการ  $i$  เช่น ค่าใช้จ่ายในการจัดการต่างๆต่อชิ้น ค่าออกใบสั่งซื้อ เป็นต้น

$T$  คือ ช่วงเวลาพื้นฐานในการสั่งแต่ละรอบของทุกรายการ  $i$  (Base cycle หรือ Common cycle time)

$T_i$  คือ ระยะห่างของเวลาในการสั่งแต่ละรอบของรายการ  $i$

$m_i$  คือ จำนวนเท่าของ  $T$  หรือ Common cycle time

$d_i$  คือ ความต้องการเฉลี่ยต่อปีของรายการ  $i$

$h_i$  คือ ต้นทุนในการถือครองสินค้าของรายการ  $i$  บาทต่อหน่วยต่อปี

และเมื่อคำนวณปริมาณการสั่งซื้อแต่ละรายการ จึงคำนวณหาจุดการสั่งซื้อใหม่ โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (11)-(13)

$$\text{maximize } \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{d_i + \dots + d_n} \alpha_i \quad (11)$$

ข้อจำกัด

$$\sum_{i=1}^n \Phi^{-1}(\alpha_i) \sigma_i \sqrt{L} \leq SS_T \quad (12)$$

$$\alpha_i \leq 0.9999 \quad (13)$$

โดยที่

$d_i$  คือ ความต้องการเฉลี่ยต่อสัปดาห์ของรายการ  $i$

$\alpha_i$  คือ ความน่าจะเป็นของรอบที่มีของเพียงพอในการตอบสนองลูกค้า (CSL : Cycle service level) ของรายการ  $i$

$\Phi^{-1}(\alpha_i)$  คือ safety factor ของรายการ  $i$



$\sigma_i$  คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของความต้องการรายสัปดาห์ของรายการ  $i$

$L$  คือ ระยะเวลาตั้งแต่สัปดาห์ที่ส่งสินค้าจนถึงสัปดาห์ที่ได้รับสินค้า (Lead time)

$SS_T$  คือ จำนวนรวมสินค้าคงคลังเพื่อป้องกันสินค้าขาดมือ (Safety stock) ของทุกรายการสินค้า

### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

จากที่กล่าวข้างต้น เนื่องจากบริษัทต้องมีการนำเข้าสินค้า คือ ถุงรองภายใน (Liner Bag) เพื่อมาจำหน่ายให้ลูกค้า ซึ่งความต้องการสินค้าชนิดนี้มีความต้องการเป็นศูนย์ในหลายช่วงเวลาและมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ส่งผลให้บริษัทสูญเสียต้นทุนเป็นจำนวนมากในการนำเข้าสินค้าหลายรอบเกินความจำเป็นเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มีความแปรปรวน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการหาปริมาณการสั่งซื้อ จุดการสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point) และสินค้าคงคลังเพื่อป้องกันสินค้าขาดมือ (Safety Stock) ของแต่ละรายการใหม่ เพื่อให้มีต้นทุนต่ำที่สุด โดยมีขั้นตอนดังนี้

#### 3.1 รวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณความต้องการของถุงรองภายใน แต่ละรายการ ซึ่งประกอบด้วย 15 รายการ จาก 5 ผู้ผลิต ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2564 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ.2566 เป็นระยะเวลา 24 เดือน หรือ 105 สัปดาห์ รวมทั้งรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของสินค้าแต่ละรายการ เช่น ราคาสินค้าต่อหน่วย ระยะเวลาในการรอสินค้า นับตั้งแต่วันที่สั่งซื้อจนถึงวันที่ได้รับสินค้า (Lead time) และจำนวนบรรจุของสินค้าต่อ 1 พาเลทของทั้ง 15 รายการ ดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 รายละเอียดของสินค้าทั้ง 15 รายการ

| รายการ    | ผู้ผลิต | Lead time | บาท/ชิ้น | ชิ้น/พาเลท |
|-----------|---------|-----------|----------|------------|
| 1.BPW007  | TH      | 1         | 925.00   | 240        |
| 2.NLR010  | TH      | 1         | 560.00   | 240        |
| 3.NES021  | TH      | 1         | 1,452.00 | 240        |
| 4.NLR003  | AU      | 6         | 124.36   | 240        |
| 5.NLR022  | TH      | 1         | 36.00    | 240        |
| 6.OTC023  | TH      | 1         | 71.40    | 240        |
| 7.OTC024  | TH      | 1         | 115.00   | 240        |
| 8.SFF005  | SA      | 8         | 636.94   | 240        |
| 9.SFF006  | SA      | 8         | 672.61   | 240        |
| 10.SFF007 | SA      | 8         | 524.84   | 240        |
| 11.SFF014 | SA      | 8         | 862.84   | 144        |
| 12.SHV003 | SA      | 8         | 1,222.92 | 144        |
| 13.SPW013 | SA      | 8         | 842.46   | 192        |
| 14.SPW058 | SA      | 8         | 366.88   | 240        |
| 15.SPW062 | SA      | 8         | 392.35   | 240        |

#### 3.2 เลือกรายการสินค้าที่เหมาะสมในการวิเคราะห์

จากปริมาณความต้องการที่รวบรวมมาของถุงรองภายใน ทั้ง 15 รายการ ทางผู้วิจัยเลือกเพียง 4 รายการมาวิเคราะห์ ได้แก่ SFF006 SFF014 SPW013 และ SPW058 เนื่องจากมีปริมาณความต้องการจำนวนมากที่สุด ต้นทุนสินค้าต่อหน่วยราคาสูงที่สุด และมีระยะเวลารอในการจัดส่งสินค้าจากผู้ผลิตมายังบริษัทเป็นระยะเวลานานที่สุด คือ 8 สัปดาห์

#### 3.3 ต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยของนโยบายเดิม

##### 3.3.1 การหาค่าหรือประเมินระบบในการเติมสินค้า (Evaluation of Replenishment system)

นำข้อมูลปริมาณความต้องการระยะเวลา 105 สัปดาห์ของสินค้าทั้ง 4 รายการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เพื่อหา



ค่าหรือประเมินระบบในการเติมสินค้า (Evaluation of Replenishment system) ได้แก่

1. ช่วงระยะเวลา Warm-up คือ ระยะเวลาในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 70 เพื่อหลีกเลี่ยงค่าความเอนเอียงที่เกิดจากค่าตั้งต้น (Initial-condition bias) เนื่องจากไม่ทราบค่าตั้งต้นของปริมาณสินค้าที่ส่งไปแล้วแต่ยังมาไม่ถึง (Initial Inventory on order) หรือปริมาณสินค้าที่ส่งไปแล้วแต่ยังมาไม่ถึงของสัปดาห์ก่อนหน้านี้ รวมทั้งปริมาณของสินค้าคงคลังของสัปดาห์ก่อนหน้านี้ (Initial inventory Level)

2. ช่วงระยะเวลาในการทดสอบ คือ ระยะเวลาของสัปดาห์ที่ 71 ถึงสัปดาห์ที่ 105 ซึ่งจะเป็นช่วงระยะเวลาที่นำข้อมูลที่ได้ไปวัดประสิทธิภาพในด้านต่างๆ

ซึ่งนโยบายเดิมของบริษัทมีการสั่งซื้อจะสั่งซื้อสินค้า  
อีกครั้งเมื่อสินค้าใกล้หมด โดยแต่ละรายการต้องสั่งซื้อแบบ  
เต็มพาเลทเท่านั้น ซึ่งจะสั่งซื้อครั้งละ 1 ตู้คอนเทนเนอร์(ขนาด  
20 ฟุต) โดย1ตู้ สามารถบรรจุได้ 12 พาเลท ไม่จำเป็นต้อง  
เป็นสินค้ายารายการเดียวกันทั้งหมดของตู้คอนเทนเนอร์ แต่  
ภายในพาเลทจะเป็นการบรรจุเพียงสินค้ายารายการเดียว

เท่านั้น ดังตารางที่ 4 โดยจะทำการหาค่าหรือประเมินระบบ  
ในการเติมสินค้า (Evaluation of Replenishment  
system) ดังรูปที่ 6 โดยจะทำได้เช่นเดียวกันทั้ง 4 รายการ

ตารางที่ 4 นโยบายเดิมของการสั่งซื้อหรือเติมสินค้าของ  
รายการสินค้าทั้ง 4 รายการ

|                   | SFF006 | SFF014 | SPW013 | SPW058 | หน่วย      |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|------------|
| ROP,s             | 200    | 60     | 100    | 200    | ชิ้น       |
| Lot size, Q       | 240    | 144    | 192    | 240    | ชิ้น/พาเลท |
| unit holding cost | 33.63  | 43.14  | 42.12  | 18.34  | Cost x 5%  |
| lead time         | 8      | 8      | 8      | 8      | สัปดาห์    |

| Wk. No. | Demand         | Lead time (wk) | Receipts       | Inv. On order              | IL after receipts before demand occurs | Demand         | IL after demand occurs       | IP after demand occurs | Inv. On-hand                | Backorders     | Order quantity | Order delivery period if an order is placed | Avg inv | SS (IL at end of cycle) | Avg inv over time | Stockout cycle indicator |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------------|---------|-------------------------|-------------------|--------------------------|
| i       | D <sub>i</sub> | L <sub>i</sub> | z <sub>i</sub> | I <sub>O<sub>i</sub></sub> | IL <sub>i</sub> <sup>-</sup>           | D <sub>i</sub> | IL <sub>i</sub> <sup>+</sup> | IP <sub>i</sub>        | I <sub>i</sub> <sup>+</sup> | B <sub>i</sub> | Q <sub>i</sub> | W <sub>i</sub>                              |         |                         |                   |                          |
| x       |                |                |                |                            |                                        |                |                              |                        |                             |                | 0              | 0                                           |         |                         |                   |                          |
| x       |                |                |                |                            |                                        |                |                              |                        |                             |                | 0              | 0                                           |         |                         |                   |                          |
| x       |                |                |                |                            |                                        |                |                              |                        |                             |                | 0              | 0                                           |         |                         |                   |                          |
| x       |                |                |                |                            |                                        |                |                              |                        |                             |                | 0              | 0                                           |         |                         |                   |                          |
| x       |                |                |                |                            |                                        |                |                              |                        |                             |                | 0              | 0                                           |         |                         |                   |                          |
| x       |                |                |                |                            |                                        |                |                              |                        |                             |                | 0              | 0                                           |         |                         |                   |                          |
| x       |                |                |                |                            |                                        |                |                              |                        |                             |                | 0              | 0                                           |         |                         |                   |                          |
| x       |                |                |                |                            |                                        |                |                              |                        |                             |                | 0              | 0                                           |         |                         |                   |                          |
| 1       | 0              | 8              | 0              | 0                          | 0                                      | 0              | 0                            | 0                      | 0                           | 0              | 240            | 9                                           | 0       |                         |                   |                          |
| 2       | 0              | 8              | 0              | 240                        | 0                                      | 0              | 0                            | 240                    | 0                           | 0              | 0              |                                             | 0       |                         | 0.00              |                          |
| 3       | 0              | 8              | 0              | 240                        | 0                                      | 0              | 0                            | 240                    | 0                           | 0              | 0              |                                             | 0       |                         | 0.00              |                          |
| 4       | 0              | 8              | 0              | 240                        | 0                                      | 0              | 0                            | 240                    | 0                           | 0              | 0              |                                             | 0       |                         | 0.00              |                          |
| 102     | 0              | 8              | 0              | 0                          | 345                                    | 0              | 345                          | 345                    | 345                         | 0              | 0              |                                             | 345     |                         | -121.77           |                          |
| 103     | 0              | 8              | 0              | 0                          | 345                                    | 0              | 345                          | 345                    | 345                         | 0              | 0              |                                             | 345     |                         | -117.24           |                          |
| 104     | 0              | 8              | 0              | 0                          | 345                                    | 0              | 345                          | 345                    | 345                         | 0              | 0              |                                             | 345     |                         | -112.79           |                          |
| 105     | 0              | 8              | 0              | 0                          | 345                                    | 0              | 345                          | 345                    | 345                         | 0              | 0              |                                             | 345     |                         | -108.43           |                          |

รูปที่ 6 การหาค่าหรือประเมินระบบในการเติมสินค้า (Evaluation of Replenishment system) ของรายการสินค้า SFF006

ซึ่งในแต่ละหัวข้อในการคำนวณหาค่าหรือประเมินระบบในการเดินสินค้า สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (14)-(20)

$$R_{ij} = \sum_k 1\{i = w_{ij-k}\} Q_{ij-k} \quad (14)$$

$$IO_{ij} = IO_{ij-1} + Q_{ij-1} - R_{ij} \quad (15)$$

$$IL_{ij}^b = IL_{ij-1} + R_{ij} \quad (16)$$

$$IL_{ij} = IL_{ij}^b - D_{ij} \quad (17)$$

$$IP_{ij} = IL_{ij} + IO_{ij} \quad (18)$$

$$I_{ij} = [IL_{ij}]^+ \quad (19)$$

$$B_{ij} = [-IL_{ij}]^+ \quad (20)$$

โดยที่

$i$  คือ สัปดาห์ที่  $i$

$j$  คือ รายการสินค้าที่  $j$

$R_{ij}$  คือ ปริมาณสินค้าที่ทำการรับเข้าคลังสินค้าในสัปดาห์ที่  $i$  ของรายการสินค้า  $j$

$W_{ij}$  คือ สัปดาห์ที่จะได้รับสินค้า ซึ่งเป็นสินค้าที่ส่งไปแล้วในสัปดาห์ที่  $i$  ของรายการสินค้า  $j$  จะเข้ามาสัปดาห์ที่  $i + \text{Leadtime}$

$k$  คือ จำนวนของ Leadtime หรือระยะเวลาในการรอกอยสินค้า ซึ่งในงานวิจัยนี้  $k = 8$  สัปดาห์

$Q_{ij}$  คือ จำนวนสั่งซื้อสินค้าในสัปดาห์ที่  $i$  ของรายการสินค้า  $j$

$IO_{ij}$  คือ จำนวนสินค้าที่ส่งแล้วแต่ยังมาไม่ถึงในสัปดาห์ที่  $i$  ของรายการสินค้า  $j$  (Inventory on order)

$IL_{ij}^b$  คือ ระดับสินค้าคงคลังของรายการสินค้า  $j$  ในสัปดาห์ที่  $i$  ก่อนเกิดความต้องการ

$IL_{ij}$  คือ ระดับสินค้าคงคลังของรายการสินค้า  $j$  ในสัปดาห์ที่  $i$

$D_{ij}$  คือ ปริมาณความต้องการสินค้าของรายการสินค้า  $j$  ในสัปดาห์ที่  $i$

$IP_{ij}$  คือ ผลรวมของระดับสินค้าคงคลังของรายการสินค้า  $j$  ในสัปดาห์ที่  $i$  กับสินค้าที่ส่งแล้วแต่ยังมาไม่ถึงของรายการสินค้า  $j$  ในสัปดาห์ที่  $i$

$I_{ij}$  คือ จำนวนสินค้าคงคลังที่มีอยู่ของรายการสินค้า  $j$  ในสัปดาห์ที่  $i$

$[IL_{ij}]^+$  คือ ระดับสินค้าคงคลังของรายการสินค้า  $j$  ในสัปดาห์ที่  $i$  ในช่วงที่มีค่าเป็นบวก

$B_{ij}$  คือ จำนวนสินค้าของรายการสินค้า  $j$  ที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ในสัปดาห์ที่  $i$  (Backorder)

$[-IL_{ij}]^+$  คือ ระดับสินค้าคงคลังของรายการสินค้า  $j$  ในสัปดาห์ที่  $i$  ในช่วงที่มีค่าเป็นลบ

### 3.3.2 วัดประสิทธิภาพในการเติมสินค้าของนโยบายเดิม

เมื่อทำการหาค่าหรือประเมินระบบในการเติมสินค้า (Evaluation of Replenishment system) ทั้ง 105 สัปดาห์เรียบร้อยแล้ว จึงทำการวัดประสิทธิภาพโดยการหา Cycle service level (CSL) หรือ ความน่าจะเป็นที่จะมีของเพียงพอในแต่ละรอบ และต้นทุนในการถือครองโดยเฉลี่ยต่อปี ดังสมการที่ (21)-(23) ตามลำดับ

$$CSL_j = \frac{\sum_{i=71}^T 1\{R_{ij} > 0, IL_{ij-1} > 0\}}{\sum_{i=71}^T 1\{R_{ij} > 0\}} \quad (21)$$

$$h_j = C_j r \quad (22)$$

$$H_j = h_j \left( \frac{\sum_{i=71}^T I_{ij}}{T} \right) \quad (23)$$

โดยที่

$CSL_j$  คือ ความน่าจะเป็นที่จะมีของเพียงพอในแต่ละรอบของรายการสินค้า  $j$

$T$  คือ จำนวนของระยะเวลาที่พิจารณา (สัปดาห์ที่ 71 ถึง 105)

$h_j$  คือ ต้นทุนในการถือครองของรายการสินค้า  $j$  หน่วยเป็นบาทต่อชิ้นต่อปี

$C_j$  คือ ต้นทุนสินค้า ของรายการสินค้า  $j$  หน่วยเป็นบาทต่อหน่วย หรือบาทต่อชิ้น

$r$  คือ ดอกเบี้ยเงินกู้ของบริษัท 5% ต่อปี

$H_j$  คือ ต้นทุนการถือครองโดยเฉลี่ยรายการสินค้า  $j$  หน่วยเป็นบาทต่อปี

โดยต้องคำนวณตามสมการที่ (14)-(23) ทั้ง 4 รายการสินค้าจึงจะสามารถหาต้นทุนรวมเฉลี่ยในขั้นตอนต่อไป

### 3.3.3 การหาต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยของนโยบายเดิม

การหาต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยต่อปีจะเป็นการรวมปริมาณการสั่งซื้อของสินค้าทั้ง 4 รายการที่ได้จากการหาค่าหรือประเมินระบบในการเติมสินค้า (Evaluation of Replenishment system) ทั้ง 105 สัปดาห์ โดยนำมาหาต้นทุนในการสั่งซื้อโดยเฉลี่ยต่อปี (Average Major setup cost per year) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการนำเข้าสินค้า 102,337.37 บาทต่อตู้คอนเทนเนอร์ต่อครั้ง ต้นทุนผันแปรโดยเฉลี่ยต่อปี (Average Variable Cost per year) และต้นทุนในการถือครองสินค้าโดยเฉลี่ยต่อปี (Average Holding cost per year) ที่ได้จากสมการที่ (22)-(23) และนำมารวมกันเป็นต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยต่อปี (กำหนดให้ 1 ปี = 52 สัปดาห์) โดยสามารถหาได้จากสมการที่ (24)-(29)

$$OF_i = \sum_{j=1}^4 1\{Q_{ij} > 0\} \quad (24)$$

$$\bar{K} = \left[ \frac{\sum_{i=71}^T K(OF_i)}{T} \right] 52 \quad (25)$$

$$V_i = \sum_{j=1}^4 Q_{ij} C_j \quad (26)$$

$$\bar{V} = \left[ \frac{\sum_{i=71}^T V_i}{T} \right] 52 \quad (27)$$

$$\bar{H} = \sum_{j=1}^4 H_j \quad (28)$$

$$TC = \bar{K} + \bar{V} + \bar{H} \quad (29)$$

โดยที่

$OF_i$  คือ ถ้าเป็น 1 คือมีการสั่งซื้อสินค้าโดยต้องนำเข้า 1 ตู้คอนเทนเนอร์ในสัปดาห์ที่  $i$  แต่ถ้าเป็น 0 คือไม่มีการสั่งซื้อสินค้าหรือนำเข้าตู้คอนเทนเนอร์ในสัปดาห์ที่  $i$

$\bar{K}$  คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อโดยเฉลี่ยต่อปี (Average Major setup cost per year)

$K$  คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อ (major setup cost) เป็นต้นทุนในการนำเข้าตู้คอนเทนเนอร์ 1 ตู้ต่อครั้ง

$V_i$  คือ ต้นทุนผันแปรรวมของรายการสินค้าทั้งหมด ในสัปดาห์ที่  $i$

$\bar{V}$  คือ ต้นทุนผันแปรโดยเฉลี่ยต่อปี (Average Variable Cost per year)

$\bar{H}$  คือ ต้นทุนการถือครองโดยเฉลี่ยรวมของรายการสินค้าทั้งหมด หน่วยเป็นบาทต่อปี

$TC$  คือ ต้นทุนรวมโดยเฉลี่ย หน่วยเป็นบาทต่อปี

### 3.4 การพยากรณ์หาปริมาณความต้องการที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต (Forecasting)

เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกำลังสอง (Coefficient of Variation Squared :  $cv^2$ ) และค่าคาบเวลาเฉลี่ยที่ไม่เกิดความต้องการ (Average Demand Interval : ADI) ของปริมาณความต้องการของแต่ละรายการสินค้าแล้ว สามารถจำแนกรูปแบบความต้องการได้ดังตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 ประเภทความต้องการของแต่ละรายการสินค้า

| รายการสินค้า | $CV^2$ | ADI    | ประเภทความต้องการ |
|--------------|--------|--------|-------------------|
| SFF006       | 0.5815 | 2.9167 | LUMPY             |
| SFF014       | 0.6159 | 2.5926 | LUMPY             |
| SPW013       | 0.1586 | 7.7500 | Intermittent      |
| SPW058       | 1.4004 | 3.3333 | LUMPY             |

โดยจะใช้วิธีการพยากรณ์ด้วยโปรแกรม R Studio เนื่องจากโปรแกรม R Studio สามารถให้ค่าสัมประสิทธิ์  $(\alpha, \beta)$  ที่ส่งผลให้ค่า RMSE ต่ำกว่าการคิดค่าสัมประสิทธิ์โดยใช้ Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งจะใช้วิธีการพยากรณ์ทั้งหมด 4 วิธี คือ 1. การพยากรณ์โดยวิธีของ Croston 2. การพยากรณ์โดยวิธีการประมาณค่าของ Syntetos และ Boylan (SBA) 3. การพยากรณ์โดยวิธีของ Shale Boylan และ Johnston (SBJ) 4. การพยากรณ์โดยวิธีของ Teunter Syntetos และ Babai (TSB) และหาค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) ที่ต่ำที่สุด ดังขั้นตอนที่ 2.2 ข้างต้น ซึ่งสามารถสรุปค่าความคลาดเคลื่อนได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความคลาดเคลื่อนด้วยวิธี RMSE ของแต่ละรายการสินค้า

|         | RMSE    |         |          |          |
|---------|---------|---------|----------|----------|
|         | SFF006  | SFF014  | SPW013   | SPW058   |
| Croston | 78.2908 | 12.1683 | 26.2710  | 298.0671 |
| SBA     | 77.7816 | 11.8753 | 26.26757 | 297.9915 |
| SBJ     | 77.9399 | 11.8242 | 26.26758 | 297.976  |
| TSB     | 79.7925 | 12.2706 | 26.2738  | 298.4496 |

จากตารางที่ 6 ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ SBA ในการพยากรณ์ความต้องการสำหรับสินค้ารายการ SFF006 และ SPW013 และเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ SBJ ในการพยากรณ์ความต้องการสำหรับสินค้ารายการ SFF014 และ SPW058

### 3.5 กำหนดนโยบายสั่งซื้อใหม่เพื่อให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

เมื่อทราบค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธีการพยากรณ์แล้ว จะเลือกค่าพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยนำค่าเฉลี่ยของความต้องการของแต่ละรายการที่ได้จากการพยากรณ์ไปคำนวณวิธีการสั่งซื้อสินค้าหลายรายการพร้อมกัน (Joint Replenishment Problem) เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อของแต่ละรายการ ( $Q_i$  หรือ Order Quantity) ที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด เนื่องจากข้อสมมุติ

ที่ว่าปริมาณความต้องการคงที่จึงได้ว่า  $Q_i = d_i T_i$  โดยที่  $d_i$  คือ ความต้องการเฉลี่ยต่อสัปดาห์ของรายการสินค้า  $i$  ที่ได้จากการพยากรณ์ที่มี RMSE ต่ำที่สุด และมีตัวแปรตัดสินใจเป็นรอบเวลา  $T_i$  ซึ่งใช้โปรแกรม Excel Solver ดังรูปที่ 7 โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (30)-(35)

$$\text{minimize } \frac{K}{T} + \sum_{i=1}^n \frac{h_i c_i x_i}{2} \quad (30)$$

ข้อจำกัด

$$d_i T_i \leq x_i c_i \quad (31)$$

$$\sum_{i=1}^4 x_i \leq 12 \quad (32)$$

$$m_i \geq 1 \text{ และมีค่าเป็นจำนวนเต็ม} \quad (33)$$

$$x_i \geq 1 \text{ และมีค่าเป็นจำนวนเต็ม} \quad (34)$$

$$T \geq 0 \quad (35)$$

โดยที่

$c_i$  คือ จำนวนบรรจุของสินค้ารายการสินค้า  $i$  ต่อ 1 พาเลท

$x_i$  คือ จำนวนพาเลทของรายการสินค้า  $i$  ที่ทำการสั่งในแต่ละครั้ง

สมการที่ (31) คือ สมการที่กำหนดให้ในการสั่งซื้อนั้น เป็นจำนวนการสั่งซื้อแบบเต็มพาเลท

สมการที่ (32) คือ สมการที่กำหนดให้การสั่งซื้อแต่ละครั้งต้องไม่เกินบรรจุของตู้คอนเทนเนอร์ 1 ตู้ คือ 12 พาเลท

|    | A                                       | B                | C           | D          | E          | F          | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|-----------------------------------------|------------------|-------------|------------|------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | Lead time (year)                        | L                | 0.15385     | =8/52      |            |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | Major setup cost (THB/one time)         | K                | 8102,337.37 |            |            |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  | Item                                    | i                | SFF006      | SFF014     | SPW013     | SPW058     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | Minor setup cost (THB/one time/pallet)  | ki               | B           | B          | B          | B          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | Unit cost                               |                  | 672.61      | 862.84     | 842.46     | 366.88     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | Unit holding cost (THB/unit/year)       | hi = Cr ; r=0.05 | 33.63       | 43.14      | 42.12      | 18.34      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | Annual demand FC rate (units/year)      | di               | 3,548.62    | 634.51     | 436.16     | 1,714.08   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | Major + Minor setup cost (THB/one time) | Ki               | 102,337.37  | 102,337.37 | 102,337.37 | 102,337.37 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | Cycle time (year)                       | Ti = mi*T        | 0.4058      | 0.4058     | 0.4058     | 0.4058     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 |                                         | mi               | 1.00        | 1.00       | 1.00       | 1.00       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | Order quantity (units)                  | qi=di*Ti         | 1,440.00    | 257.48     | 176.99     | 695.56     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 |                                         |                  | <=          | <=         | <=         | <=         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | Actual Order quantity (units)           | Qi = Cbi         | 1440        | 288        | 192        | 720        |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | จำนวนpallet/การสั่งซื้อครั้ง            | xi               | 6.00        | 2.00       | 1.00       | 3.00       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 | capacity/pallet Ci                      |                  | 240.00      | 144.00     | 192.00     | 240.00     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 | Cycle stock (units)                     | Qi/2             | 720.00      | 144.00     | 96.00      | 360.00     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 | Order frequency (times/year)            | (OF) = 1/Ti      | 2.46        | 2.46       | 2.46       | 2.46       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 | Avg minor setup cost                    | ki*(OF)          | -           | -          | -          | -          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 | Avg major setup cost (THB/year)         |                  |             |            |            |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 | Avg setup cost (THB/year)               |                  |             |            |            |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 | Avg holding cost (THB/year)             |                  |             |            |            |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 | Avg total cost (THB/year)               |                  |             |            |            |            |   |   |   |   |   |   |   |   |

รูปที่ 7 Joint Replenishment Problem โดยใช้โปรแกรม Excel Solver

เมื่อทราบค่าปริมาณการสั่งซื้อของแต่ละรายการ แล้ว จึงทำการหา Joint Replenishment Problem แบบ Cycle Service level Optimization เพื่อหาจำนวนสินค้าคงคลังเพื่อป้องกันสินค้าขาดมือ (Safety stock) และจุดการสั่งซื้อใหม่ของแต่ละรายการที่

สามารถเพิ่ม Cycle Service level หรือ CSL ให้ดีกว่า นโยบายเดิมได้ โดยใช้โปรแกรม Excel Solver เป็นเครื่องมือในการหาคำตอบ ดังรูปที่ 8 ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (11)-(13)

|    | A                                       | B                       | C           | D           | E           | F            | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|-----------------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | Lead time (year)                        | L                       | 0.15385     | =8/52       |             |              |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | Major setup cost (THB/one time)         | K                       | 8102,337.37 |             |             |              |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  | Item                                    | i                       | SFF006      | SFF014      | SPW013      | SPW058       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | Minor setup cost (THB/one time/pallet)  | ki                      | B           | B           | B           | B            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | Unit cost                               |                         | 672.61      | 862.84      | 842.46      | 366.88       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | Unit holding cost (THB/unit/year)       | hi = Cr ; r=0.05        | 33.63       | 43.14       | 42.12       | 18.34        |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | Annual demand FC rate (units/year)      | di                      | 3,548.62    | 634.51      | 436.16      | 1,714.08     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | Major + Minor setup cost (THB/one time) | Ki                      | 102,337.37  | 102,337.37  | 102,337.37  | 102,337.37   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | Cycle time (year)                       | Ti = mi*T               | 0.4058      | 0.4058      | 0.4058      | 0.4058       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 |                                         | mi                      | 1.00        | 1.00        | 1.00        | 1.00         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | Order quantity (units)                  | qi=di*Ti                | 1,440.00    | 257.48      | 176.99      | 695.56       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 |                                         |                         | <=          | <=          | <=          | <=           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | Real Order quantity (units)             | Qi                      | 1440        | 288         | 192         | 720          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | จำนวนpallet/การสั่งซื้อครั้ง            | xi                      | 6.00        | 2.00        | 1.00        | 3.00         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 | capacity/pallet Ci                      |                         | 240.00      | 144.00      | 192.00      | 240.00       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 |                                         |                         | SFF006      | SFF014      | SPW013      | SPW058       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 | Lead time (week)                        |                         | 8.00        | 8.00        | 8.00        | 8.00         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 | Standard deviation of wklly demand      | RMSE                    | 77.78       | 11.82       | 26.27       | 297.98       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 | Mean of wklly demand                    | di                      | 68.24       | 12.20       | 8.39        | 32.96        |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 | cv of wklly demand                      | =sd/mean                | 1.14        | 0.97        | 3.13        | 9.04         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 | Mean of demand during LT                | =mean*LT                | 545.94      | 97.62       | 67.10       | 263.70       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 | Stddev of demand during LT              | Sde= SD*SQRT(LT)        | 219.999559  | 33.44399266 | 74.29591428 | 842.8025524  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 | CSL                                     |                         | 0.98        | 0.98        | 0.93        | 0.66         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 | safety factor                           | = NORM.S.INV(CSL)       | 2.07590459  | 2.151302065 | 1.512753816 | 0.408307075  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 | SS                                      | = safety factor* Sde    | 456.6991653 | 71.94813048 | 112.3914278 | 344.1222447  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 | S, ROP *กำหนดนโยบายใหม่*                | ROUNDUP(ss+mean e,0)    | 1,003.00    | 170.00      | 180.00      | 608.00       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27 |                                         |                         |             |             |             |              |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 28 | Total SS                                | =SUM(SS)                | 985.1609683 | <=          | 985.16      | CSL ที่ 0.80 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 29 | Demand weighted CSL                     | =SUMPRO(CSL,di)/SUM(di) | 0.89        |             |             |              |   |   |   |   |   |   |   |   |

รูปที่ 8 Joint Replenishment Problem แบบ Cycle Service level Optimization โดยใช้โปรแกรม Excel Solver

เมื่อทราบค่าปริมาณการสั่งซื้อ และจุดสั่งซื้อใหม่ของแต่ละรายการแล้วจึงนำมากำหนดนโยบายการสั่งซื้อใหม่ และทำการหาค่าหรือประเมินระบบในการเติมสินค้า (Evaluation of Replenishment system) ของแต่ละ

รายการเพื่อหาต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยต่อปี ดังขั้นตอนที่ 3.3 สมการที่ (14)-(29)

#### 4. ผลการวิจัย

จากการคำนวณตามหัวข้อที่แล้ว พบว่านโยบายเดิม ดังตารางที่ 4 ส่งผลให้มีต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยต่อปีก่อนข้างสูง คือ 6,621,244.64 บาทต่อปี และมี CSL ก่อนข้างต่ำ เนื่องจากบริษัทไม่ยากที่จะเก็บสินค้าคงคลังหรือ Safety Stock มาก ส่งผลให้มีต้นทุนในการสั่งซื้อสูง เนื่องจากต้องทำการสั่งหลายรอบ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 ต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยของนโยบายเดิม

| หน่วย<br>เป็น<br>บาท/ปี     | SFF006   | SFF014   | SPW013   | SPW058 | รวม          |
|-----------------------------|----------|----------|----------|--------|--------------|
| CSL                         | 14.29%   | 50%      | 0%       | 0%     |              |
| holding<br>cost             | 6,730.90 | 5,842.66 | 4,407.27 | -      | 16,980.83    |
| Average Setup Cost/ year    |          |          |          |        | 3,344,970.04 |
| Average Variable Cost/ year |          |          |          |        | 3,259,293.77 |
| Average Total Cost/ year    |          |          |          |        | 6,621,244.64 |

เมื่อทำการพยากรณ์แต่ละรายการทั้ง 4 วิธี คือ Croston SBA SBJ และ TSB โดยเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีค่าคลาดเคลื่อนแบบ RMSE ต่ำที่สุด และทำการคำนวณวิธีการสั่งซื้อสินค้าหลายรายการพร้อมกัน (Joint Replenishment Problem) เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อจำนวนสินค้าคงคลังเพื่อป้องกันสินค้าขาดมือ (Safety stock) และจุดการสั่งซื้อใหม่ของแต่ละรายการของแต่ละรายการที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด จึงได้นโยบายการสั่งซื้อใหม่ของแต่ละรายการดังตารางที่ 8 และมีต้นทุนดังตารางที่ 9 ดังนี้

ตารางที่ 8 นโยบายใหม่ของการสั่งซื้อหรือเติมสินค้าของรายการสินค้าทั้ง 4 รายการ

|                                  | SFF006 | SFF014 | SPW013 | SPW058 |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Qi Order<br>Quantity<br>(พาสเกต) | 6      | 2      | 1      | 3      |
| Qi Order<br>Quantity (ชิ้น)      | 1440   | 288    | 192    | 720    |
| Unit cost                        | 672.61 | 862.84 | 842.46 | 366.88 |
| ROP (ชิ้น)                       | 1003   | 170    | 180    | 608    |
| Lead Time<br>(สัปดาห์)           | 8      | 8      | 8      | 8      |

ตารางที่ 9 ต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยของนโยบายใหม่การสั่งซื้อสินค้า

| หน่วย<br>เป็น<br>บาท/ปี     | SFF006   | SFF014  | SPW013  | SPW058  | รวม          |
|-----------------------------|----------|---------|---------|---------|--------------|
| CSL                         | 100%     | 100%    | 100%    | 33.33%  |              |
| holding<br>cost             | 56,369.5 | 8,262.3 | 8,725.4 | 4,169.3 | 77,526.64    |
| Average Setup Cost/ year    |          |         |         |         | 760,220.46   |
| Average Variable Cost/ year |          |         |         |         | 2,835,348.17 |
| Average Total Cost/ year    |          |         |         |         | 3,673,095.28 |

เมื่อเปรียบเทียบแล้วนโยบายใหม่ สามารถลดต้นทุนรวมได้  $6,621,244.64 - 3,673,095.28 = 2,948,149.37$  บาทต่อปี หรือคิดเป็น 44.53% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการกำหนดนโยบายในการสั่งซื้อสินค้าทั้งในส่วนองปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละครั้ง และจุดการสั่งซื้อใหม่ (ROP) มีผลอย่างมากต่อต้นทุน หากมีการกำหนดนโยบายที่เหมาะสมกับปริมาณความต้องการจะสามารถช่วยให้บริษัทสามารถลดต้นทุนลงได้ รวมทั้งการกำหนด Safety Stock ที่เหมาะสม ถึงแม้ว่าจะส่งผลให้ต้นทุนในการถือครองต่อปีสูงขึ้น แต่ต้นทุนรวมยังคงต่ำกว่านโยบายเดิมที่พยายามจะไม่

มี Safety Stock อีกทั้งยังสามารถเพิ่ม CSL ให้สูงขึ้นกว่านโยบายเดิม

## 5. สรุป

นโยบายเดิมจะเน้นไปที่การเก็บสินค้าคงคลังให้น้อยที่สุด ซึ่งในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้งจะต้องทำการสั่งเป็นตู้คอนเทนเนอร์ โดยการนำเข้าตู้คอนเทนเนอร์จากประเทศแอฟริกาใต้ เข้ามายังประเทศไทย ซึ่งแต่ละครั้งมีค่าใช้จ่ายในการนำเข้าสินค้าสูง (102,337.37 บาท/ตู้/ครั้ง) และเมื่อบริษัทมีสินค้าคงคลังไม่มากนัก ส่งผลให้บริษัทต้องทำการสั่งซื้อสินค้าเข้ามาจำนวนหลายครั้ง และทำให้มี Major

setup cost หรือค่าใช้จ่ายในการนำเข้าตู้คอนเทนเนอร์สูง อีกทั้งยังมี Cycle service level ที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการปรับปรุงนโยบายการสั่งซื้อใหม่ โดยทำการพยากรณ์ความต้องการหรือปริมาณความต้องการที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตสำหรับ Intermittent Demand และ Lumpy Demand และนำค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือค่า RMSE ที่ได้จากการพยากรณ์ มาทำ Joint Replenishment Problem เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อ จุดการสั่งซื้อใหม่ (Reorder point: ROP) และ Safety Stock ที่เหมาะสม นำมากำหนดเป็นนโยบายใหม่ และทำการหาค่าหรือประเมินระบบในการเติมสินค้า (Evaluation of Replenishment system) ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 9 ดังนี้

| CSL        | SFF006                | SFF014                   | SPW013              | SPW058                       |
|------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|
| นโยบายเดิม | 14.29%                | 50.00%                   | 0.00%               | 0.00%                        |
| นโยบายใหม่ | 100.00%               | 100.00%                  | 100.00%             | 33.33%                       |
|            | ↑ 85.71%              | ↑ 50.00%                 | ↑ 100.00%           | ↑ 33.33%                     |
|            |                       |                          |                     |                              |
|            | <b>Avg setup cost</b> | <b>Avg Variable cost</b> | <b>holding cost</b> | <b>Avg annual Total cost</b> |
| นโยบายเดิม | ฿ 3,344,970.04        | ฿ 3,259,293.77           | ฿ 16,980.83         | ฿ 6,621,244.64               |
| นโยบายใหม่ | ฿ 760,220.46          | ฿ 2,835,348.17           | ฿ 77,526.64         | ฿ 3,673,095.28               |
|            | ↓ -B 2,584,749.57     | ↓ -B 423,945.60          | ↑ B 60,545.81       | ↓ -B 2,948,149.37            |
|            | ↓ -70.37%             | ↓ -11.54%                | ↑ 1.65%             | ↓ -44.53%                    |

รูปที่ 9 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้นโยบายใหม่

จากผลลัพธ์เมื่อมีการกำหนดนโยบายใหม่ที่เหมาะสมกับปริมาณความต้องการ ส่งผลให้ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าต่อปี (Annual Average setup cost) ลดลง 70.37% ต้นทุนผันแปรต่อปี (Annual Average variable cost) ลดลง 11.54% แม้ต้นทุนในการถือครองสินค้าต่อปี (Annual Average holding cost) เพิ่มขึ้น 1.65% แต่ยังคงส่งผลให้ต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยต่อปี (Annual Average total cost) ลดลง 44.53% เมื่อเทียบกับนโยบายเดิม อีกทั้งนโยบายใหม่นี้ยังสามารถเพิ่ม Cycle service level หรือ CSL ให้กับทุกรายการสินค้าอีกด้วย

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] X. Zhuan, Y. Yu and C. Aihui, " A combined forecasting method for intermittent demand using the automotive aftermarket data," *Data Science and Management.*, vol. 5, no. 2, pp. 43-56, 2022.
- [2] นพพล คณากรยิ่งยง และ เจริญชัย โขมพัตรภรณ์, "การพยากรณ์ของอุปสงค์หลายรูปแบบและการสั่งซื้อแบบตู้คอนเทนเนอร์ที่เหมาะสม กรณีศึกษา อุปกรณ์ออกกำลังกายนำเข้า," *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน.*, ปีที่ 5, ฉบับที่ 1, น. 1-11, 2560.
- [3] Y. Yang, C. Ding, S. Lee, L. Yu and F. Ma, "A modified Teunter-Syntetos-Babai method for



- intermittent demand forecasting," *Journal of Management Science and Engineering*., vol. 6, no. 1, pp. 56-63, 2021.
- [4] H. Rehman, "Forecasting-Using-R," [Online]. Available: <https://github.com/hakeemrehman-/Forecasting-Using-R/commits/main/4.%20Forecasting%20for%20intermittent%20demand.R>. [Accessed 20 December 2022].
- [5] A. O. Solis, F. Longo, S. Mukhopadhyay, L. Nicoletti and V. Brasacchio, "Approximate and Exact Corrections of the Bias in Croston's Method When Forecasting Lumpy Demand: Empirical Evaluation," in *International Conference on Modeling and Applied Simulation*, France, 2014.
- [6] Y. Hong, J. Zhou and M. A. Lanham, "Forecasting Intermittent Demand Patterns with Time Series and Machine Learning Methodologies," in *Midwest Decision Sciences Institute Conference*, United States, 2018.
- [7] ศศิภัสร์ สีดาว และ เจริญชัย โขมพัตรภรณ์, "การพยากรณ์ความต้องการและการหาต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดของโครงข่ายบรรเทาทุกข์," *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน*, ปีที่ 8, ฉบับที่ 2, น. 27-41, 2563.
- [8] M. Doszyn, "Intermittent demand forecasting in the enterprise: empirical verification," *Journal of Forecasting*., vol. 38, no. 5, pp. 459-469, 2019.
- [9] T. Willemain, C. N. Smart and H. F. Schwarz, "A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories," *International Journal of Forecasting*., vol. 20, no. 3, pp. 375-387, 2004.
- [10] L. Peng, L. Wang and S. Wang, "A review of the joint replenishment problem from 2006 to 2022," *Management System Engineering*., vol. 1, no. 9, pp. 1-11, 2022.