

**การประยุกต์ใช้การรวมผลิตภัณฑ์กับกล่องบรรจุภัณฑ์
และการเติมสินค้าร่วมกันหลายรายการกับสก็อตเทปปิดกล่อง
กรณีศึกษา บริษัทผลิตเบหมิกิ่งสำเร็จรูปแห่งหนึ่ง**

พรรณนิตา อิทธิเสถียรกุล¹ และ กาญจน์ภา อมรัชกุล²

Received: 24 October 2020; Revised: 13 June 2021; Accepted: 15 June 2021

บทคัดย่อ

ปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษามีความยุ่งยากในการบริหารจัดการกับชนิดของกล่องที่มีความหลากหลาย และประสบปัญหาคลังจัดเก็บสำหรับกล่องบรรจุภัณฑ์ไม่เพียงพอ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาหนโยบายการสั่งซื้อใหม่ และกำหนดระดับของวัตถุดิบคงคลังของกล่องบรรจุภัณฑ์ในคลังใหม่ เพื่อลดปริมาณการใช้พื้นที่จัดเก็บในคลังจัดเก็บ และเพื่อลดต้นทุนรวมของการบริหารจัดการ กลุ่มตัวอย่างกล่องบรรจุภัณฑ์มีทั้งหมด 9 ชนิด และมีวัตถุดิบอีกชนิดที่ใช้ในการศึกษาควบคู่ไปด้วยก็คือสก็อตเทปที่ใช้ปิดผนึกกล่อง โดยจะศึกษาหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะความต้องการใช้ (Demand Type) กล่องบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด และนำไปศึกษาหาหนโยบายวัตถุดิบคงคลังใหม่ โดยที่จะใช้ข้อมูลปริมาณการใช้กล่องในอดีตย้อนหลังตั้งแต่ปีพ.ศ. 2560-2561 มาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณและการกำหนดค่าหนโยบายต่างๆของสินค้าคงคลังใหม่ และจะนำหนโยบายสินค้าคงคลังใหม่ไปจำลองใช้กับความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในปีพ.ศ. 2562 โดยที่หนโยบายใหม่ที่กำหนดขึ้นจะมี 2 รูปแบบคือ 1) หนโยบายรูปแบบที่ 1 ยังคงรูปแบบและจำนวนชนิดของกล่องบรรจุภัณฑ์ไว้คงเดิมแต่คำนวณปริมาณการสั่งซื้อใหม่ 2) หนโยบายรูปแบบที่ 2 จะทำการรวมผลิตภัณฑ์(Product Pooling) หรือการลดจำนวนชนิดของกล่องให้สามารถใช้ร่วมกันได้ สำหรับหนโยบายที่ 1 จะใช้หนโยบายการสั่งซื้อขนาดประหยัด(EOQ) และการหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมแบบพลวัต (Dynamic Lot sizing) มาใช้ โดยที่หนโยบายการสั่งซื้อสก็อตเทปใช้หนโยบายทบทวนสินค้าคงคลังตามรอบเวลา (Periodic-review) สำหรับหนโยบายรูปแบบที่ 2 จะลดจากกล่อง 9 ชนิดให้เหลือเพียง 2 ชนิดโดยจะใช้หนโยบายการบริหารจัดการด้วยวิธีการสั่งซื้อขนาดประหยัด (EOQ) และจะมีการเพิ่มชนิดวัตถุดิบสก็อตเทปจาก 1 ชนิด เพิ่มเป็น 9 ชนิดที่มีความแตกต่างตามรสชาติของผลิตภัณฑ์เพื่อทดแทนการแบ่งรสชาติของผลิตภัณฑ์รูปแบบเดิมที่ซ้กล่องเป็นตัวบ่งชี้ ซึ่งจะใช้หนโยบายการเติมเต็มร่วมแบบสามารถจัดหาได้ (Can order policy) ในการบริหารจัดการ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า หนโยบายรูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ยของจำนวนพาเลทที่จัดเก็บในคลังเพิ่มขึ้นจากเดิม 17 พาเลท มีต้นทุนรวมที่ลดลง 89,151.40 บาทต่อปี และให้ค่า%Fill rate เท่ากับ 99.3% และหนโยบายรูปแบบที่ 2 ให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนพาเลทที่จัดเก็บในคลังลดลง 24 พาเลทจากเดิม, ต้นทุนรวมลดลง 2,352,197.91 บาทต่อปี และให้ค่า %Fill rate เท่ากับ 97.5 % หนโยบายสินค้าคงคลังแบบใหม่ทั้งสองแบบนี้ช่วยลดต้นทุนรวม แต่หนโยบายรูปแบบที่ 2 สามารถตอบโจทยวัตถุประสงค์ของบริษัทได้ดีที่สุดในเรื่องของการลดใช้พื้นที่จัดเก็บในคลัง และการลดต้นทุนภาพรวมของการบริหารจัดการ

คำสำคัญ: การสั่งซื้อขนาดประหยัด, การสั่งซื้อที่เหมาะสมแบบพลวัต, การรวมผลิตภัณฑ์, การเติมเต็มร่วมแบบสามารถจัดหาได้

Corresponding author. E-mail: pannida_it@hotmail.com

¹ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

² รองศาสตราจารย์ หลักสูตรการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

**Product Pooling for Carton Packaging Materials
and Can Order Policy for Scotch Tapes:
Case Study of the Instant Noodle Manufacturing Company in Thailand**

Pannida Itthisathienkul^{*1} and Kannapha Amaruchkul²

Received: 24 October 2020; Revised: 13 June 2021; Accepted: 15 June 2021

Abstract

In this case study, the company faces difficulties in managing inventory of packaging materials: Carton boxes have many items and the warehouse don't have enough capacity. This study aims to propose a new inventory policy and determine the optimal inventory level to reduce the storage area and reduce the inventory cost. Nine types of boxes and one type of scotch tape are considered. The forecasting models may differ base on Demand Type of each packaging materials, and an appropriate inventory policy is constructed based on demand forecast from 2017-2018 historical data. The proposed policies are simulated to the actual demand in 2019. In the first policy, the number of items remains the same, but the new quantity of ordering is calculated. In the second policy, all nine box types of boxes are pooled together, reducing the number of types. Specifically, for the Policy 1, The order quantities for boxes are calculated based on either the EOQ model or the dynamic lot sizing model, whereas the periodic review system is implemented for scotch tape. For the Policy 2, reducing the number of packaging materials types only two common boxes are used, and their order quantities are calculated based on the EOQ model. And adding different colors of scotch tape from 1 unit to 9 units are used in differentiate different taste of the finished goods, that are managed using the can-order policy. The result reveals that under Policy 1, the average number of pallets stored in the warehouse increases by 17 patters, the average total cost decreases by 89,151.40 THB/year, and the fill rate is equal to 99.3%. Under Policy 2, the average number of pallets decreases by 24 patters, the average total cost decreases by 2,352,197.91 THB/year, and the fill rate is 97.5%. Both policies lead to savings in the average total cost. Nevertheless, Policy 2 is more fulfilling the objective of company than Policy 1, since it reduces the the storage area of warehouse and the total cost saving is significant.

Keywords: EOQ, Dynamic Lot sizing, Product Pooling, Can order policy

* Corresponding author. E-mail: pannida_it@hotmail.com

¹ Graduate Students at Logistics Management Graduate School of Applied Statistics National Institute of Development Administration

² Associate Professor at Logistics Management Graduate School of Applied Statistics National Institute of Development Administration

1. บทนำ

ในปัจจุบันธุรกิจผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปหลักๆจะมีการแข่งขันกันอยู่ ทั้งหมด 4-5 ยี่ห้อ จากการมีคู่แข่งในธุรกิจประเภทเดียวกันหลายเจ้า ดังนั้นผู้ผลิตแต่ละยี่ห้อจะต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีรสชาติที่หลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนไปอยู่ตลอดเวลา แต่ทั้งนี้อุปสรรคของตลาดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปนอกจากเรื่องของคู่แข่งแล้วยังมีอุปสรรคในเรื่องของการกำหนดราคา เพราะว่าบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปของประเทศไทยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเพดานราคาที่ถูกควบคุมโดยหน่วยงานรัฐ ทำให้การจะเพิ่มราคาเพื่อสร้างรายได้ที่เพิ่มขึ้นให้แก่บริษัทเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก ดังนั้นสิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยมองเห็นในการเพิ่มกำไรให้แก่บริษัทได้อีกทางหนึ่ง ก็คือการบริหารธุรกิจให้สามารถตอบสนองให้ทันต่อความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด ไม่เสียโอกาสทางการขายให้แก่คู่แข่ง และที่สำคัญที่สุดคือการพยายามศึกษาหาวิธีการลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำมากที่สุด ซึ่งต้นทุนในที่นี้ประกอบไปด้วย ต้นทุนของวัตถุดิบ หรือ ต้นทุนการผลิต ต้นทุนในการสั่งซื้อ และต้นทุนในการจัดเก็บทั้งสินค้าและวัตถุดิบ วัตถุดิบหลักที่สำคัญของการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปก็คือ แป้งสาลี น้ำมันปาล์ม เครื่องเทศ เครื่องปรุงรส รวมถึงบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้บริษัทกรณีศึกษาเป็นหนึ่งในผู้ผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเพื่อจัดจำหน่ายทั้งในประเทศ และส่งออกต่างประเทศ ตัวอย่างรสชาติของผลิตภัณฑ์ เช่น รสหมูสับ ต้มยำกุ้งน้ำใส ต้มยำกุ้งน้ำข้น ผัดซี๊มา และสุกี้ เป็นต้น โดยจะมีการจัดจำหน่ายทั้งในรูปแบบ ซองเดี่ยว ชนิดจัดชุด 6 ซอง จัดชุด 10 ซอง และจัดชุด 12 ซอง โดยปัจจุบันบริษัทประสบกับปัญหาเรื่องของขนาดพื้นที่ภายในโรงงานที่มีอยู่อย่างจำกัด ทำให้ยากต่อการบริหารจัดการ โดยเฉพาะวัตถุดิบประเภทกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บมากเพราะมีขนาดที่ใหญ่ อีกทั้งความหลากหลายรสชาติของผลิตภัณฑ์ทำให้ต้องใช้บรรจุภัณฑ์หลายรายการมากทำให้ยากต่อการจัดการ นอกจากนี้ปริมาณสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์ยังมีมูลค่าสูง

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อลดต้นทุน ลดการใช้พื้นที่จัดเก็บในคลังสินค้า และให้ง่ายต่อการบริหารจัดการ โดยวิธีการดังนี้

2.1 ศึกษาหาแนวทางการสั่งซื้อใหม่ และกำหนดระดับของสินค้าคงคลังของกล่องกระดาษบรรจุภัณฑ์ในคลังใหม่

2.2 ศึกษาการประยุกต์ใช้แนวคิดการรวมผลิตภัณฑ์ (product pooling) มาบริหารวัตถุดิบคงคลัง โดยการรวมผลิตภัณฑ์กล่องกระดาษบรรจุภัณฑ์ให้สามารถใช้ร่วมกันได้กับสินค้าหลายๆรายการ

โดยกลุ่มตัวอย่างกล่องบรรจุภัณฑ์มีทั้งหมด 9 ชนิด และมีวัตถุดิบอีกชนิดที่ใช้ในการศึกษาควบคู่ไปด้วยก็คือ สก๊อตเทปที่ใช้ปิดผนึกกล่อง

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการจัดการสินค้าคงคลังและระบบการเติมเต็ม (Replenishment system) ทั้งสองแบบได้แก่ Continuous review และ Periodic review สามารถดูรายละเอียดได้จาก Silver et al. (1998) และ Axsater (2006) ในบทความนี้ปริมาณความต้องการไม่แน่นอน ให้ $\bar{x}$ แทน sample mean ให้ S^2 แทน sample variance และให้ S แทน sample standard deviation ของปริมาณความต้องการในแต่ละหน่วยเวลา ตัววัดที่นิยมใช้คือ coefficient of variation (CV) = $S/\bar{x}$ และ variability coefficient (VC) = $S^2/\bar{x}^2$ นั่นคือ $VC = CV^2$ หากปริมาณความต้องการเป็น Non-stationary (โดยมี variability coefficient (VC) > 0.2 ตามหน้า 217 Silver et al. (1998) ใช้ตัวแบบ Dynamic lot sizing เพื่อคำนวณปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละคาบเวลา การรวมความเสี่ยง (Risk pooling) สามารถลดปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง หรือ Safety stock (SS) ได้ เนื่องจากปริมาณความต้องการรวมของสินค้าหลายรายการ จะมีความแปรปรวนต่ำลง กลยุทธ์การรวมความเสี่ยง เช่น การรวมหลายคลังไปเป็นคลังเก็บสินค้าที่เดียว (Location pooling) การรวมสินค้าหลายรายการเป็นสินค้ารายการเดียว (Product pooling) ในบทความนี้ใช้ Product pooling รวมจากกล่องบรรจุภัณฑ์ 9 ชนิด เป็นกล่องรวม 2 แบบ แนวคิดและการประยุกต์ใช้ Risk pooling ดูได้จากบทที่ 14 Cachon & Terwiesch (2009) นโยบายสินค้าคงคลังสำหรับการสั่งซื้อร่วมกัน (Joint replenishment policy) เมื่อใช้การเติมเต็มแบบ Continuous review เช่น Can-order policy ในบทความนี้พิจารณาใช้ Can-order policy (s, c, S) สำหรับสก๊อตเทปปิดกล่อง

บรรจุภัณฑ์ เพื่อให้เป็นรูปแบบ continuous review เช่นเดียวกับบรรจุภัณฑ์รายการอื่น เมื่อสก็อตเทปชนิดใดมีระดับวัตถุดิบคงคลัง (Inventory position (IP)) น้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อ s ให้สั่งซื้อสินค้ารายการนั้น และหากสก็อตเทปชนิดอื่นๆ ที่มี IP น้อยกว่าหรือเท่ากับ c จะได้รับการสั่งพร้อมกันด้วย การคำนวณค่าพารามิเตอร์ (s, c, S) ศึกษาเพิ่มเติมได้จากหน้า 113-123 บทที่ 5 Love (1979) การพยากรณ์ปริมาณความต้องการ ต้องเหมาะสมกับรูปแบบปริมาณความต้องการ Syntetos (2005) จำแนกไว้เป็น 4 รูปแบบ ได้แก่

- 1) Smooth demand คือมีความต้องการใช้บ่อย ความต้องการมีความแปรปรวนต่ำ ($ADI < 1.32, CV^2 < 0.49$)
- 2) Intermittent/Slow demand คือมีความต้องการไม่บ่อย หลายช่วงเวลาที่ไม่มีความต้องการ และความต้องการมีความแปรปรวนต่ำ ($ADI \geq 1.32, CV^2 < 0.49$)
- 3) Erratic demand คือมีความต้องการสินค้าบ่อย แต่ความต้องการมีความแปรปรวนสูง ($ADI < 1.32, CV^2 \geq 0.49$)
- 4) Lumpy demand คือมีความต้องการสินค้าไม่บ่อย หลายช่วงเวลาที่ไม่มีความต้องการ และความต้องการมีความแปรปรวนสูง ($ADI \geq 1.32, CV^2 \geq 0.49$)

โดยที่ CV^2 แทน variability coefficient $S^2/\bar{x}^2$ ดังกล่าวไปข้างต้น และ ADI แทน Average inter-demand interval (ADI) = $\sum_{i=1}^n a_i / n$ เมื่อ n แทนจำนวนคำสั่งซื้อ (ที่มีปริมาณความต้องการเป็นบวก) และ a_i แทนระยะเวลา ระหว่างคำสั่งซื้อที่ติดกัน เช่น หากปริมาณความต้องการในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4, 5, ..., 10, 11 เป็น 0, 2, 0, 1, 0, 11, 0, 0, 0, 0, 2 นั่นคือ มีจำนวน $n=4$ คำสั่งซื้อที่มีปริมาณความต้องการเป็นบวก และ $a_1 = 2, a_2 = 4-2=2, a_3 = 6-4=2, a_4 = 11-6 = 5$ จะได้ $ADI = (2 + 2 + 2 + 5)/4 = 2.75$ เป็นต้น

สำหรับ Smooth demand สามารถใช้ตัวแบบอนุกรมเวลา (Time series models) เช่น ตัวแบบ Innovative state space สำหรับ Exponential smoothing (ETS) ตัวแบบ ARIMA สำหรับที่มีปริมาณความต้องการน้อย หลายช่วงไม่มีความต้องการ สามารถใช้วิธีการ Croston รายละเอียดใน Hyndman & Athanasopoulos (2018) สำหรับ smoothing demand ในงานวิจัยนี้ใช้ตัวแบบ ETS ซึ่งระบุรูปแบบ Error (E) Trend (T) และ Seasonal (S) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปภาพที่ 1

ADDITIVE ERROR MODELS

Trend	Seasonal		
	N	A	M
N	$y_t = \ell_{t-1} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$	$y_t = \ell_{t-1} + s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t$	$y_t = \ell_{t-1} s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \alpha \varepsilon_t / s_{t-m}$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t / \ell_{t-1}$
A	$y_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$ $b_t = b_{t-1} + \beta \varepsilon_t$	$y_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$ $b_t = b_{t-1} + \beta \varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1}) s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t / s_{t-m}$ $b_t = b_{t-1} + \beta \varepsilon_t / s_{t-m}$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t / (\ell_{t-1} + b_{t-1})$
A _d	$y_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta \varepsilon_t$	$y_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta \varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1}) s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t / s_{t-m}$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta \varepsilon_t / s_{t-m}$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t / (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1})$

MULTIPLICATIVE ERROR MODELS

Trend	Seasonal		
	N	A	M
N	$y_t = \ell_{t-1} (1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = \ell_{t-1} (1 + \alpha \varepsilon_t)$	$y_t = (\ell_{t-1} + s_{t-m}) (1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \alpha (\ell_{t-1} + s_{t-m}) \varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma (\ell_{t-1} + s_{t-m}) \varepsilon_t$	$y_t = \ell_{t-1} s_{t-m} (1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = \ell_{t-1} (1 + \alpha \varepsilon_t)$ $s_t = s_{t-m} (1 + \gamma \varepsilon_t)$
A	$y_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1}) (1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1}) (1 + \alpha \varepsilon_t)$ $b_t = b_{t-1} + \beta (\ell_{t-1} + b_{t-1}) \varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m}) (1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \alpha (\ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m}) \varepsilon_t$ $b_t = b_{t-1} + \beta (\ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m}) \varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma (\ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m}) \varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1}) s_{t-m} (1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1}) (1 + \alpha \varepsilon_t)$ $b_t = b_{t-1} + \beta (\ell_{t-1} + b_{t-1}) \varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} (1 + \gamma \varepsilon_t)$
A _d	$y_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1}) (1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1}) (1 + \alpha \varepsilon_t)$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1}) \varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + s_{t-m}) (1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + \alpha (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + s_{t-m}) \varepsilon_t$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + s_{t-m}) \varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + s_{t-m}) \varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1}) s_{t-m} (1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1}) (1 + \alpha \varepsilon_t)$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1}) \varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} (1 + \gamma \varepsilon_t)$

รูปภาพที่ 1 สมการสำหรับตัวแบบ ETS ที่มา: Hyndman & Athanasopoulos (2018)

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชญาสีร์ สีสาดิ (2555) ศึกษาเรื่อง “การปรับปรุงระบบการจัดการอะไหล่ของโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกบรรจุภัณฑ์โดยมีจุดประสงค์ในการศึกษาคือต้องการแก้ไขปัญหอะไหล่สำรองสำหรับงานซ่อมบำรุงบางรายการขาดแคลน แต่มีบางรายการที่มีปริมาณสูงหรือต่ำไม่คงที่ โดยในงานวิจัยนี้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะความต้องการใช้(Demand Type)อะไหล่แต่ละประเภทกับวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม เพื่อให้มีอะไหล่สำรองเพียงพอใช้งานได้ในอนาคต โดยมีการแบ่งประเภทความต้องการใช้อะไหล่ออกเป็น เป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้ Smooth, Intermittent, Erratic และ Lumpy โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกวิธีการพยากรณ์มาใช้ 4 วิธีการพยากรณ์อะไหล่ คือการพยากรณ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่(MA), การพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก(WMA) ,การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing Method) และการพยากรณ์โดยวิธี Croston's Method”

ณัฐพล สันแก้ว (2562) ได้ศึกษาเรื่อง “การจัดการสินค้าคงคลังสำหรับสินค้าหลายรายการที่มีการสั่งซื้อร่วมกันจากผู้ผลิต ซึ่งเป็นสินค้าเกี่ยวกับอุปกรณ์สำนักงานทาง E-Commerce โดยได้กำหนดนโยบายใหม่ขึ้นทั้งหมด 2 รูปแบบคือ 1) ใช้ระบบการเติมเต็มเป็นรอบ (Periodic Review) (R,S) 2) ใช้นโยบาย Can-Order System (s, c, S) โดยที่ s เป็นจุดสั่งซื้อ (Re-Order Point) และ ได้นำไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลยอดขายจริงในปี 2561 โดยมีข้อจำกัดในการสั่งซื้อจากผู้ผลิต คือต้องมีการสั่งซื้อสินค้าแบบเติมพาลาท และเติมคันทรจากผู้ผลิต จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างนโยบายปัจจุบันและนโยบายที่นำเสนอ

นิรชร ะชุม (2559) ได้ศึกษาเรื่อง “การวิเคราะห์หาจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมกรณีศึกษาการสั่งซื้อถ่านหินสำหรับอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ของบริษัทแห่งหนึ่ง ถ่านหินมีวิธีการขนส่งโดยมีเวลาไม่แน่นอน และราคาซื้อขายของถ่านหินในแต่ละช่วงเวลาจะไม่คงที่ ได้ทำการพยากรณ์ราคาถ่านหินด้วยวิธีการของ Holt และใช้การกำหนดนโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังแบบจุดสั่งซื้อ และระดับสินค้าเพื่อความปลอดภัย โดยกำหนดระดับการให้บริการอยู่ที่ 99.99% โดยที่ โดยเลือกใช้วิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อถ่านหินในแต่ละช่วงเวลาด้วยตัวแบบการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบพลวัต จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างนโยบายปัจจุบันและนโยบายที่นำเสนอ

อัญชลี แซ่เจียม (2561) ได้ศึกษาเรื่อง “การกำหนดระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมของบริษัทผู้ผลิตสารเคลือบผิวแห่งหนึ่ง โดยการพิจารณารวมคลังสินค้าเพื่อลดระดับสินค้าคงคลัง และต้นทุนการจัดเก็บ โดยยังคงรักษาระดับการให้บริการที่ยอมรับได้ในแต่ละคลังสินค้าในทวีปยุโรป โดยคำนวณระดับคลังสินค้าจากนโยบาย Periodic Review; Order-Up-To-Level (R,S) เพื่อให้ได้ระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม และนำไปทดสอบผลกับแบบจำลองกระบวนการเติมเต็มสินค้าคงคลังโดยใช้ข้อมูลความต้องการจริงของปี 2560 เพื่อวิเคราะห์และประเมินผลจากมูลค่าสินค้าคงเหลือถัวเฉลี่ย ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า และระดับการให้บริการที่ยอมรับได้ในแต่ละคลังสินค้า

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

4.1 ศึกษา นโยบายสินค้าคงคลังในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

ในปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษามีระบบการบริหารวัตถุดิบคงคลังประเภทสก็อตเทปปิดผนึกกล่องโดยใช้นโยบาย periodic review (R, OUTL)โดยที่มีรอบการreview ทุกๆ 4 สัปดาห์ แต่สำหรับกล่องMS10, MK10, TK10, TL6, TM6, NK6, TF6, KM6 ใช้นโยบายcontinuous review (s, Q) โดยที่ Q จะเป็นการทยอยสั่งเข้าเป็นปริมาณขนาดเล็กๆ ตามปริมาณการใช้ในแต่ละช่วงเวลา โดยจะมีการรักษาระดับวัตถุดิบคงเหลือในแต่ละวันให้มากกว่าหรือเท่ากับปริมาณวัตถุดิบคงคลังสำรองที่บริษัทกำหนด โดยมีการกำหนดระดับการให้บริการแก่ลูกค้าอยู่ที่ 91%สำหรับกล่องบรรจุภัณฑ์ และ 95%สำหรับสก็อตเทป

4.2 รูปแบบการพยากรณ์ความต้องการ

งานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการพยากรณ์ปริมาณการใช้กล่องที่เหมาะสม จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้กล่องในแต่ละรายการของบริษัทกรณีศึกษา โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังรายสัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2560 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมระยะเวลา 2 ปี เพื่อนำมาใช้ในการพยากรณ์หาปริมาณความต้องการเฉลี่ยและส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐานของปีพ.ศ. 2562 เพื่อนำไปกำหนดตัวแบบสินค้าคงคลังที่เหมาะสมใหม่ โดยในกล่อง 9 ชนิดจากการวิเคราะห์รูปแบบความต้องการจะได้ว่ากล่อง MS10 NK10 TK10 NK6 TF6 และ KM6 มีรูปแบบเป็น Smooth demand ส่วนกล่อง KM10 TL6 และ TM6 ไม่เป็น Smooth Demand

สก็อตเทป และกล่อง MS10 NK10 และ TK10 เป็นผลิตภัณฑ์ 3 รหัสหลักที่ขายดีที่สุดมีความต้องการเกิดขึ้นค่อนข้างสม่ำเสมอทั้งในเรื่องของปริมาณ และเวลาที่เกิดความต้องการ โดยสังเกตได้จาก ค่า CV^2 มีค่าต่ำ และให้ค่า $ADI = 1.0$ จึงใช้วิธีการพยากรณ์ ตัวแบบ ETS(A,A,A) มีค่าคลาดเคลื่อนเป็นแบบ Error = Additive, มีแนวโน้มเป็น Trend=Additive, และมีความเป็นฤดูกาลแบบ Season = Additive ซึ่งก็คือวิธีการพยากรณ์ Holt-Winters' โดยมี Additive error สำหรับโปรแกรม Microsoft Excel สามารถใช้คำสั่ง "FORECAST.ETS" เพื่อคำนวณค่าพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ETS(A, A, A) ใช้คำสั่ง "FORECAST.ETS.STAT" เพื่อดูค่าพารามิเตอร์ปรับเรียบ α, β, γ พร้อมทั้งวัดความคลาดเคลื่อน เช่น RMSE, MAE เพื่อนำมาประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณความต้องการและคำนวณ SS ต่อปี หรือใช้คำสั่ง FORECAST.ETS.CONFINT ให้คำนวณช่วงความเชื่อมั่นตามระดับการให้บริการที่ต้องการ ในงานวิจัยเล่มนี้บริษัทกรณีศึกษากำหนดระดับการให้บริการ (CSL) อยู่ที่ 91% หรือ percentile ที่ 91% ซึ่งมันจะตรงกับ half width ของ confident interval ที่ 0.82

แต่สำหรับกล่อง KM10 TL6 และ TM6 ซึ่งไม่เป็น Smooth Demand และกล่อง NK6 TF6 และ KM6 ซึ่งเป็น Smooth Demand เมื่อพิจารณาข้อมูลดิบของกล่องแต่ละรายการทั้ง 6 รายการนี้โดยละเอียดจะพบว่าความต้องการที่เกิดขึ้นในแต่ละสัปดาห์มีค่าเป็นศูนย์บ่อยครั้งค่า CV^2 มีค่าค่อนข้างสูง และให้ค่า ADI มากกว่า 1.0 แสดงว่ามีความต้องการเกิดขึ้นสม่ำเสมอน้อยกว่ากล่อง MS10 NK10 และ TK10 ที่กล่าวไปแล้วในข้างต้นทั้งในเรื่องของปริมาณ และเวลาที่เกิดความต้องการ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ตัวแบบการพยากรณ์ 2 วิธี คือ การพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ETS(A,A,A) และการพยากรณ์วิธี Croston มาคำนวณหาความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ (MAE), ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) และ ค่าเฉลี่ยของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เพื่อเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับรูปแบบความต้องการมากที่สุดจากวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

4.3 การกำหนดนโยบายวัตถุดิบคงคลังแบบใหม่

4.3.1 นโยบายรูปแบบที่ 1

ยังคงรูปแบบ และจำนวนชนิดของกล่องบรรจุภัณฑ์ไว้คงเดิม และนำนโยบายการสั่งซื้อขนาดประหยัด (EOQ) และการหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมแบบพลวัต (Dynamic lot sizing) มาใช้โดยที่นโยบายการสั่งซื้อสก็อตเทปยังคงใช้ตามนโยบายเดิมของบริษัทคือ นโยบายทบทวนสินค้าคงคลังตามรอบเวลา (periodic review) สำหรับนโยบาย EOQ จะใช้กับกล่อง MS10 รหัสหลักที่ขายดีที่สุดของบริษัทเท่านั้น โดยรูปแบบปริมาณความต้องการเป็น smooth demand มีค่า $CV^2 = 0.14 < 0.49$ และมีค่า $ADI = 1.0 < 1.32$ โดยขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด และสินค้าคงคลังสำรองที่คำนวณได้มีความสอดคล้องกับพื้นที่ที่ใช้การจัดเก็บ กล่องชนิดอื่นๆอีก 8 ชนิด NK10, TK10, KM10, TL6, TM6, NK6, TF6 และ KM6 ใช้นโยบายการกำหนดจุดสั่งซื้อและขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธี Dynamic lot sizing โดยใช้ Microsoft Excel Solver ในการแก้ปัญหาเพื่อหาค่า Q ที่เหมาะสม ดังตารางที่ 1

4.3.2 นโยบายรูปแบบที่ 2

ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการรวมผลิตภัณฑ์ หรือการลดจำนวนชนิดของกล่องให้สามารถใช้ร่วมกันได้จากกล่อง 9 ชนิด เหลือเพียง 2 ชนิด และนำนโยบาย EOQ มาพิจารณาการสั่งซื้อจากการนำนโยบายการรวมผลิตภัณฑ์มาใช้กับกล่องบรรจุภัณฑ์ ทำให้สามารถลดรายการกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดกล่องเท่ากันจาก 9 ชนิด เหลือเพียง 2 ชนิด และทำการคำนวณหาปริมาณความต้องการใช้รวมรายสัปดาห์ด้วยการพยากรณ์วิธี ETS(A, A, A) และหาปริมาณ

สินค้าคงคลังสำรองเพื่อความปลอดภัยและจุดสั่งซื้อใหม่ โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้นโยบายEOQ มาใช้ในการพิจารณาการสั่งซื้อกล่องทั้ง 2 รายการ เนื่องจากมีค่า $CV^2 < 0.20$

สำหรับการแยกสล็อตเทป ให้มีความแตกต่างกันในแต่ละรสชาติสินค้า 9 รสชาติ ต้องคำนวณหาจุดROP, จุด Can-Order (c), และระดับ Order-Up-to-Level (S) ในการกำหนดตัวแบบตัดสินใจในการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละรอบการสั่ง แต่หากมีรายการสินค้ามีระดับสินค้าคงคลังอยู่ในระดับสามารถสั่งซื้อได้ ผู้วิจัยจะนำแนวคิด Can-Order System มาพิจารณา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระบบการบริหารวัตถุดิบคงคลังนโยบายปัจจุบัน และนโยบายรูปแบบใหม่ของบริษัท

นโยบาย	รายการ	Review period	รูปแบบการเติมเต็ม	ระดับการให้บริการ
นโยบายปัจจุบัน	กล่อง MS10	Continuous	(Q, ROP)	91%
	กล่อง NK10	Continuous	(Q, ROP)	91%
	กล่อง TK10	Continuous	(Q, ROP)	91%
	กล่อง KM10	Continuous	(Q, ROP)	91%
	กล่อง TL6	Continuous	(Q, ROP)	91%
	กล่อง TM6	Continuous	(Q, ROP)	91%
	กล่อง NK6	Continuous	(Q, ROP)	91%
	กล่อง KM6	Continuous	(Q, ROP)	91%
	กล่อง TF6	Continuous	(Q, ROP)	91%
	สล็อตเทปเดิม	1 month	(R, OUTL)	95%
นโยบายใหม่ แบบที่1 (ไม่ทำrisk pooling)	กล่อง MS10	Continuous	(Q=EOQ, ROP)	91%
	กล่อง NK10	1 day	Dynamic Lot Sizing	91%
	กล่อง TK10	1 day	Dynamic Lot Sizing	91%
	กล่อง KM10	1 day	Dynamic Lot Sizing	91%
	กล่อง TL6	1 day	Dynamic Lot Sizing	91%
	กล่อง TM6	1 day	Dynamic Lot Sizing	91%
	กล่อง NK6	1 day	Dynamic Lot Sizing	91%
	กล่อง KM6	1 day	Dynamic Lot Sizing	91%
	กล่อง TF6	1 day	Dynamic Lot Sizing	91%
	สล็อตเทปเดิม	1 month	(R, OUTL)	95%
นโยบายใหม่ แบบที่2 (ทำrisk pooling)	กล่องPack10 (รวม MS10, NK10, NK10, KM10)	Continuous	(Q=EOQ, ROP)	98%
	กล่องPack6 (รวม TL6, TM6, NK6, KM6, TF6)	Continuous	(Q=EOQ, ROP)	98%
	สล็อตเทปใหม่ (Joint replenishment 9 รายการ)	Continuous	Can-Order Policy	95%

4.4 การประยุกต์ใช้กับยอดขายจริง

จากนโยบายการบริหารวัตถุดิบคงคลังแบบใหม่ นโยบายรูปแบบที่ 1 และ นโยบายรูปแบบที่ 2 เมื่อหาค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำหนดนโยบายที่เหมาะสมของวัตถุดิบทุกชนิดได้แล้ว ผู้วิจัยจึงนำค่าที่ได้จากการกำหนดนโยบายทั้ง 2 รูปแบบมาจำลองสถานการณ์ใช้กับปริมาณการใช้กล่อง และสก็อตเทปที่เกิดขึ้นจริงในปี 2562 แบบรายวัน ในบทความนี้กำหนดให้หนึ่งปี เท่ากับ 48 สัปดาห์ หรือ 7 วัน ในการจำลองได้ใช้ข้อมูลจริงที่เกิดขึ้นแบบรายวัน

การสั่งซื้อกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้ง 9 ชนิด ในแต่ละครั้งมีระยะเวลาการรอคอย 7 วันจากผู้ผลิต และมีข้อกำหนดการสั่งซื้อขั้นต่ำ(MOQ) 300 ใบ และจะต้องสั่งซื้อเป็นจำนวนเต็มพาเลท คือ 300 ใบต่อพาเลท โดยที่มีราคาต่อหน่วยสำหรับกล่องประเภทจัดชุด10ซอง เท่ากับ 22.5 บาท/กล่อง และ กล่องประเภทจัดชุด6 ซอง 24.76 บาท/กล่อง สำหรับสก็อตเทปจะมีระยะเวลาการรอคอย 14 วัน และมีMOQ 108 ม้วน ราคาต่อหน่วยเท่ากับ 240 บาท/ม้วน นโยบายรูปแบบที่2 จะมีต้นทุนของวัตถุดิบที่เปลี่ยนแปลงไป โดยที่ต้นทุนของกล่องจัดชุด10 จะมีราคาลดลงจาก 22.50 เป็น 19.12 บาท/กล่อง และกล่องจัดชุด 6 จะมีต้นทุนลดลงจาก 24.76 เป็น 22.95 บาท/กล่อง อันเนื่องมาจากผู้ผลิตกล่องได้รับผลประโยชน์จากการลดจำนวนitemกล่องลง ทำให้ง่ายต่อการบริหารจัดการ ในทางตรงกันข้ามราคาค่าต้นทุนของสก็อตเทปจะเพิ่มขึ้นจาก 240 เป็น 720 บาท/ม้วน เนื่องจากสก็อตเทปรูปแบบใหม่จะมีสี และลวดลายบ่งบอกรสชาติของผลิตภัณฑ์ทำให้ผู้ผลิตสก็อตเทปมีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นกว่าสก็อตเทปสีน้ำตาลรูปแบบเดิม

4.5 เปรียบเทียบและสรุปผลการวิจัย

เมื่อได้ผลจากการประยุกต์ใช้กับยอดขายที่เกิดขึ้นจริงในปี 2562 กับนโยบายแบบใหม่ทั้ง 2 แบบแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำค่าเฉลี่ยของจำนวนพาเลทที่จัดเก็บในคลังจำนวนเฉลี่ยของสินค้าคงคลัง ต้นทุนรวมของการสั่งซื้อ, การจัดเก็บ และต้นทุนวัตถุดิบ และนำจำนวนวัตถุดิบขาดมือ มาคำนวณเป็นค่า% fill rate ของทั้ง 2 นโยบายแบบใหม่ และนำมาเปรียบเทียบกับนโยบายปัจจุบันที่เกิดขึ้นจริงในปี 2562

5. ผลการดำเนินงานวิจัย

5.1 การวิเคราะห์หารูปแบบความต้องการใช้กล่อง

จากข้อมูลปริมาณการใช้กล่องของบริษัทกรณีศึกษา ย้อนหลัง 2 ปี นำมาคำนวณหาค่า ADI และ CV^2 ได้ผลดังตารางที่ 2 อันเนื่องจากการเก็บข้อมูลในอดีตพบว่า จำนวนคำสั่งซื้อที่มีปริมาณความต้องการเป็นบวก แทนด้วย n ของกล่องแต่ละรายการ ไม่ได้เท่ากันทุกรายการ เช่น MS10 มี 96 จำนวนคำสั่งซื้อที่มีปริมาณความต้องการเป็นบวก ในขณะที่ KM10 มี 76 จำนวนคำสั่งซื้อที่มีปริมาณความต้องการเป็นบวก

ตารางที่ 2 รูปแบบความต้องการใช้กล่องชนิดต่าง ๆ

รายการกล่อง	MS10	NK10	TK10	Scotch tape	KM10	TL6	TM6	NK6	TF6	KM6
CV^2	0.14	0.20	0.26	0.07	0.64	0.59	0.51	0.47	0.39	0.47
Sum of time interval of non-zero demand	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
n	96	96	96	96	76	83	84	85	85	84
ADI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.26	1.16	1.14	1.13	1.13	1.14
Demand Type	Smooth demand				Erratic demand			Smooth demand		

การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์การใช้กล่องจากตัวแบบETS(A,A,A) และการพยากรณ์วิธีCroston ของกล่องKM10 TL6 TM6 NK6 TF6 และKM6 ซึ่งDemand มีค่าเป็นศูนย์บ่อยครั้ง วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมนั้น พิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ต่าง ๆ ที่ให้ค่าต่ำที่สุด ดังตารางที่ 3 โดยตัวแบบ ETS(A,A,A) สำหรับรายการ KM10 มีค่าพารามิเตอร์ปรับเรียบคือ $\alpha = 0.126, \beta = 0.001, \gamma = 0.001$

ตารางที่ 3 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ตัวแบบ ETS(A,A,A) และ การพยากรณ์วิธี Croston ของกล่อง KM10 TL6 TM6 NK6 TF6 และKM6

รายการ	รูปแบบความต้องการ	Forecast method	RMSE	MAE	RMSE	การพยากรณ์ที่ใช้
KM10	Erratic	ETS (A, A, A)	1.03	283.40	326.11	ETS (A, A, A)
		Croston	0.49	301.65	387.29	
TL6	Erratic	ETS (A, A, A)	0.67	213.90	251.70	Croston
		Croston	0.42	160.98	255.84	
TM6	Erratic	ETS (A, A, A)	0.74	180.81	231.41	Croston
		Croston	0.44	147.56	206.69	
NK6	Smooth demand	ETS (A, A, A)	0.77	441.55	559.65	Croston
		Croston	0.51	349.44	450.57	
TF6	Smooth demand	ETS (A, A, A)	0.66	307.13	389.30	Croston
		Croston	0.45	236.40	309.06	
KM6	Smooth demand	ETS (A, A, A)	0.65	336.14	385.41	Croston
		Croston	0.51	266.90	356.05	

5.2 การพยากรณ์ความต้องการ (Demand Forecasting)

5.2.1 ETS (A, A, A)

การพยากรณ์ความต้องการใช้กล่องด้วยฟังก์ชัน FORECAST.ETS และค่าSafety stock ด้วยฟังก์ชัน FORECAST.ETS.CONFINT ที่ระดับการให้บริการ 91% นั่นคือใช้ 82% Prediction Interval (PI) ของค่าพยากรณ์ ปริมาณความต้องการรายสัปดาห์ ค่าความยาวช่วงพยากรณ์ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่พยากรณ์ไปข้างหน้า วิธีการพยากรณ์ รวมทั้งค่าพารามิเตอร์ปรับเรียบที่ได้ จากตาราง Table 7.8 ใน Hyndman & Athanasopoulos (2018) ได้ค่า forecast variance σ_h^2 ดังนี้

$$\sigma_h^2 = \sigma^2 [1 + (h-1)(\alpha^2 + \alpha\beta h + \frac{1}{6}\beta^2 h(2h-1)) + \gamma k(2\alpha + \gamma + \beta m(k+1))] \quad (1)$$

กำหนดให้

h หมายถึง จำนวนหน่วยเวลาที่พยากรณ์ไปข้างหน้า

m หมายถึง จำนวนฤดูกาล

k หมายถึง ค่าจำนวนเต็มของ $(h-1)/m$

(α, β, γ) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ปรับเรียบสำหรับlevel แนวโน้ม (trend) และฤดูกาล (season) ตามลำดับ

สำหรับ continuous review จุดสั่งซื้อ (ROP) สำหรับ CSL ที่กำหนด และขอบบน upper bound ของ %PI มีความสัมพันธ์ดังนี้ $\%PI = 1 - 2(1 - CSL)$ เนื่องจาก %PI symmetric และกึ่งกลางคือ point forecast ในขณะที่ CSL พิจารณาเฉพาะ right tail เช่น หากต้องการให้ได้ cycle service level (CSL) $95\% = 0.95$ จะใช้จุดสั่งซื้อ (ROP) เป็น 0.95 quantile ของปริมาณความต้องการในช่วงเวลานำ ซึ่งตรงกับค่าขอบบน (upper bound) ของ 90% Prediction Interval

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการพยากรณ์ความต้องการใช้กล่อง MS10 ด้วยฟังก์ชัน FORECAST.ETS และค่า Safety stock ด้วยฟังก์ชัน FORECAST.ETS.CONFINT ที่ระดับการให้บริการ 91%

Week	Mean	Half width of 91%(SS)	Lower	Upper (ROP)
97	6,859.80	3,620.98	3,238.82	10,480.78
98	6,875.69	3,650.06	3,225.63	10,525.75
99	6,891.58	3,679.37	3,212.21	10,570.96
100	6,907.48	3,708.90	3,198.57	10,616.38

5.2.1 Croston' Method

- กล่อง TL6 ที่มีรูปแบบเป็น Erratic Demand มีความต้องการใช้กล่องเกิดขึ้น 83 สัปดาห์ จาก 96 สัปดาห์
- ค่า $ADI = 96/83 = 1.16$
 - ค่า α ที่หาได้จากการ Solver = 0.0819
 - เมื่อแทนค่าการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใหม่ สำหรับความต้องการ ณ สัปดาห์ที่ 84 ได้เท่ากับ 410.27 กล่อง
 - เมื่อแทนค่าการพยากรณ์ระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ ระหว่าง q_{i-1} and q_i ได้เท่ากับ 1.20 สัปดาห์
 - กล่อง TL6 มีระยะเวลาการนำส่ง 1 สัปดาห์
 - ดังนั้น ปริมาณความต้องการเฉลี่ยที่จะเกิดขึ้น 1 สัปดาห์ เท่ากับ $410.27/1.20 = 342.96$ กล่องต่อสัปดาห์

5.3 การวิเคราะห์ปริมาณความต้องการเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลจากการพยากรณ์ปริมาณความต้องการการใช้กล่องดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลจากการพยากรณ์ปริมาณความต้องการการใช้กล่องและสก็อตเทปชนิดต่าง ๆ

รายการ	MS10	NK10	TK10	KM10	Scotch tape	TL6	TM6	Nk6	TF6	KM6
Forecasting method	ETS (A, A, A)					Croston				
Weekly demand (mean, μ)	6,859.80	4,042.28	4,033.13	172.08	25.00	342.96	289.15	712.04	531.69	538.95
RMSE, σ)	2,368.41	2,358.81	2,289.45	326.11	6.54	255.84	206.69	450.57	309.06	340.11

5.4 กำหนดนโยบายสินค้าคงคลังแบบใหม่

5.4.1 นโยบายใหม่รูปแบบที่ (ไม่ทำ Risk Pooling)

ตารางที่ 6 ปริมาณขั้นต่ำของการสั่งซื้อ ขนาดการสั่งซื้อประหยัด และจุดสั่งซื้อใหม่ของกล่อง MS10 จากนโยบายการสั่งซื้อขนาดประหยัด

รายการ	MS10
Inventory model	EOQ
MOQ (box)	300
Capacity (box)	9,000
Lead time, L (week)	1.00
Mean of weekly demand (box)	6,859.80
Standard of weekly demand (box)	2,368.41
CSL (Company policy =0.91)	0.91
Safety stock (box)	3,620.98
ROP (box)	10,480.78
EOQ, Q (box)	8,400

ตารางที่ 7 ปริมาณขั้นต่ำของการสั่งซื้อ และ ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง ของกล่อง 8 ชนิด จากตัวแบบDynamic lot sizing โดยมีคาบเวลาคือ 1 วัน และช่วงเวลาการวางแผนคือ 7 วัน

รายการ	NK10	TK10	KM10	TL6	TM6	NK6	TF6	KM6
MOQ	300	300	300	300	300	300	300	300
Capacity	5,400	4,200	900	600	600	900	900	900
CSL	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Safety factor	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
SS	2,318	2,189	556	343	277	604	414	456

ยกตัวอย่างเมื่อต้องการหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบพลวัตกล่อง NK10 เพื่อให้เพียงพอต่อปริมาณความต้องการใช้ในวันที่ 15 – 21 มกราคม 2562 แสดงว่าเราจะต้องเริ่มทำการวางแผนการรับเข้าล่วงหน้าตั้งแต่วันที่ 8 มกราคม 2562 เนื่องจากสินค้ามีระยะเวลารอคอย 7 วันโดยการ Solver หาปริมาณการสั่งซื้อด้วยตัวแบบโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์สมการเป้าหมาย ต้องการผลรวมของต้นทุนรวมมีค่าต่ำที่สุด คือ

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \sum_{t=15}^{21} 315u_t + 0.0082I_t & (2) \\
 & q_t = 300w_t ; \quad t = 15, 16, \dots, 21 \\
 & I_{15} = I_{14} + q_{15} - d_{15} \\
 & \quad \vdots \\
 & \quad \vdots \\
 & I_{20} = I_{19} + q_{20} - d_{20} \\
 & I_{21} = I_{20} + q_{21} - d_{21} \\
 & 2,318 \leq I_t \leq 5400 \\
 & q_t \leq Mu_t, u_t \in \{0, 1\} \\
 & w_t \text{ integer } \geq 1
 \end{aligned}$$

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables) คือ u_t และ w_t

กำหนดให้

ut หมายถึง ตัวแปรทวินาม (Binary) มีค่า 1 เมื่อมีการสั่งและมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ ในคาบเวลาที่ t

wt หมายถึง จำนวนพาเลทที่สั่งซื้อในคาบเวลาที่ t

qt หมายถึง ปริมาณการสั่งซื้อในคาบเวลาที่ t

It หมายถึง ยอดประมาณปริมาณวัตถุดิบคงคลังคงเหลือ ณ สิ้นวันหลังการเกิดความต้องการ

M หมายถึง ค่าคงที่ 9999

5.4.2 นโยบายใหม่รูปแบบที่ 2 (ทำ Risk Pooling)

ตารางที่ 8 ปริมาณขั้นต่ำของการสั่งซื้อ, ขนาดการสั่งซื้อประหยัด และจุดสั่งซื้อใหม่ของกล่อง Pack10 และ Pack6 ที่ระดับการให้บริการ 98%

รายการ	กล่องPack 10	กล่องPack 6
MOQ (box)	300	300
Capacity (box)	19,500	4,500
Lead time, L (week)	1.00	1.00
Mean of weekly demand (box)	10,349.13	2,407.76
Standard of weekly demand (box)	4,516.07	1,365.51
CSL (Company policy =0.91)	0.91	0.91
Safety stock (box)	8,254.15	2,640.21
ROP (box)	18,603.28	5,047.97
EOQ, Q (box)	11,100.00	4,800.00

ตามนโยบาย Can-Order System การแยกสีสก็อตเทป ให้มีความแตกต่างกันในแต่ละรสชาติสินค้า ได้ค่า Cycle time ที่น้อยที่สุด ของสก็อตเทปทุกชนิด เท่ากับ 0.05 ปี และมีจุดROP, จุดCan order และจุดOUTL ของสก็อตเทปแต่ละชนิด ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ตัวแบบสินค้าคงคลังต่าง ๆ ที่ได้จากนโยบาย Can order system

รายการ	Cycle time (Yr.)	ROP, si (roll)	OUTL,Si (roll)	can-order level, ci (roll)
สก็อตเทปใหม่ MS10	0.05	29.7	62.7	48.9
สก็อตเทปใหม่ NK10	0.07	21.7	49.0	36.0
สก็อตเทปใหม่ TK10	0.07	21.4	48.5	35.4
สก็อตเทปใหม่ KM10	0.34	1.9	8.1	4.1
สก็อตเทปใหม่ TL6	0.24	2.1	9.5	4.0
สก็อตเทปใหม่ TM6	0.26	1.7	8.4	3.3
สก็อตเทปใหม่ NK6	0.17	4.0	14.7	7.2
สก็อตเทปใหม่ TF6	0.19	2.9	11.9	5.3
สก็อตเทปใหม่ KM6	0.19	3.0	12.2	5.6

5.5 การประยุกต์ใช้กับยอดขายจริง

จากการนำนโยบายสินค้าคงคลังใหม่ไปจำลองใช้จริงกับข้อมูลความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในปีพ.ศ. 2562 โดยหนึ่งหน่วยเวลาคือหนึ่งวัน ในแต่ละวันการรับสินค้าเกิดขึ้นช่วงต้น ปริมาณความต้องการเกิดขึ้นในระหว่างวัน และการตัดสินใจสั่งซื้อเท่าใดเกิดขึ้น ณ สิ้นสุดของวัน สินค้าที่สั่งวันนี้จะมาถึงหลังจากผ่านไป 7 วัน ผลการศึกษาพบว่า

นโยบายรูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ยของจำนวนพาเลทสินค้าที่จัดเก็บในคลังเพิ่มขึ้นจากเดิมจำนวน 17 พาเลท มีต้นทุนรวมที่ลดลง 89,151.40 บาทต่อปีจากเดิม และให้ค่า%Fill rate เท่ากับ 99.3% และนโยบายรูปแบบที่ 2 ให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนพาเลทสินค้าที่จัดเก็บในคลังลดลง 24 พาเลทจากเดิม, ต้นทุนรวมลดลง 2,352,197.91 บาทต่อปี และให้ค่า%Fill rate เท่ากับ 97.5 % ดังตารางที่ 10 นโยบายสินค้าคงคลังแบบใหม่ทั้งสองแบบนี้ ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่านโยบายแบบเดิมของบริษัทในเรื่องของต้นทุนรวม แต่นโยบายรูปแบบที่ 2 สามารถตอบโจทย์วัตถุประสงค์ของบริษัทได้ดีที่สุดในเรื่องของการลดใช้พื้นที่จัดเก็บในคลัง และการลดต้นทุนภาพรวมของการบริหารจัดการ

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบ%Fill rate จำนวนพาเลทโดยเฉลี่ย และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ของภาพรวมในแต่ละนโยบาย

นโยบาย	%Fill rate	Avg. No. Pallet (pallet)	Annual Average total cost (THB/Yr.)	Diff (THB/Yr.)
นโยบายปัจจุบัน	100.0%	71	20,393,243.96	-
	100.0%	-		
นโยบายใหม่ แบบที่1 (ไม่ทำrisk pooling)	99.3%	88	20,304,092.56	- 89,151.40
	100.0%	-		
นโยบายใหม่ แบบที่2 (ทำrisk pooling)	97.5%	47	18,041,046.05	- 2,352,197.91
	100.0%	-		

จากต้นทุนค่าใช้จ่ายภาพรวมของการบริหารจัดการด้วยนโยบายใหม่ลดลงจากจากเดิม แต่เมื่อมาพิจารณาที่ค่าใช้จ่ายในแต่ละส่วนนั้น จะพบว่านโยบายใหม่รูปแบบที่ 2 จะมีต้นทุนค่าใช้จ่ายวัตถุดิบที่ลดลงมากกว่านโยบายปัจจุบัน และมากกว่านโยบายรูปแบบที่ 1 ดังตารางที่ 11 อันเนื่องมาจากบริษัทสามารถต่อรองราคากับผู้ผลิตได้โดยมีราคาลดลงจาก 22.20 เป็น 19.15 บาท/กล่อง สำหรับกล่องจัดชุด10 และ 24.76 เป็น 22.95 บาท/กล่อง สำหรับกล่องจัดชุด6 สาเหตุที่ผู้ผลิตสามารถลดราคาลง เพราะว่าบริษัทมีการลดความหลากหลายของชนิดกล่องน้อยลง แต่ยังคงมีปริมาณการสั่งซื้อรวมเท่าเดิม ทำให้เอื้อประโยชน์ต่อการผลิตให้แก่ผู้ผลิต

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบต้นทุนวัตถุดิบในแต่ละนโยบาย

นโยบาย	รายการ	Acquisition cost (THB/Yr.)	Total Acquisition cost (THB/Yr.)	Diff (THB/Yr.)
นโยบายปัจจุบัน	กล่อง 9 รายการ	19,740,047.44	20,393,243.96	-
	สก็อตเทป	323,220.05		
นโยบายใหม่ แบบที่1 (ไม่ทำ risk pooling)	กล่อง 9 รายการ	19,740,047.44	20,304,092.56	-
	สก็อตเทป	323,220.05		
นโยบายใหม่ แบบที่2 (ทำ risk pooling)	กล่องใหม่ 2 รายการ (Pack10 & Pack6)	16,961,725.67	18,041,046.05	- 2,136,336.43
	สก็อตเทปใหม่ 9 รายการ	965,205.38		

ถ้าพิจารณาที่ค่าใช้จ่ายในการถือครองสินค้าพบว่า ค่าใช้จ่ายการถือครองของนโยบายรูปแบบที่ 1 สูงกว่าค่าใช้จ่ายของนโยบายปัจจุบันของบริษัท อันเนื่องมาจากความไม่แน่นอนของความต้องการใช้สูง ทำให้นโยบายมีระดับสินค้าคงคลังสำรองสูงตามไปด้วย แต่นโยบายรูปแบบที่ 2 จะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการถือครองของกล่องบรรจุภัณฑ์ได้มากขึ้นอย่างมาก เนื่องมาจากต้นทุนราคาของกล่องที่ลดลง อีกทั้งนโยบายนี้สามารถใช้กล่องร่วมกันได้ทำให้สามารถ

ลดจำนวนสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยลงจากเดิม แต่ทั้งนี้นโยบายรูปแบบที่ 2 บริษัทก็ต้องมีภาระค่าใช้จ่ายในการถือครองสต็อกที่เพิ่มขึ้นจากเดิม จากราคาต้นทุนของสต็อกแบบใหม่มีราคาสูงขึ้นจาก 240 เป็น 720 บาท/ม้วนดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบต้นทุนการถือครองในแต่ละนโยบาย

นโยบาย	รายการ	Holding cost (THB/Yr.)	Total Holding cost (THB/Yr.)	Diff (THB/Yr.)
นโยบายปัจจุบัน	กล่อง 9 รายการ	72,567.25	78,201.47	-
	สต็อกเทป	5,634.23		
นโยบายใหม่ แบบที่ 1 (ไม่ทำ risk pooling)	กล่อง 9 รายการ	84,845.84	90,480.07	12,278.60
	สต็อกเทป	5,634.23		
นโยบายใหม่ แบบที่ 2 (ทำ risk pooling)	กล่องใหม่ 2 รายการ (Pack10 & Pack6)	41,528.85	83,635.00	5,433.53
	สต็อกเทปใหม่ 9 รายการ	42,106.15		

และเมื่อมาดูจากค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละวิธีนั้นจะพบว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบนั้น ลดลงกว่าเดิมในทุก ๆ นโยบาย อันเนื่องมาจากการที่ถือครองสินค้ามากขึ้น และการกำหนดตัวแบบสินค้าคงคลังแบบใหม่ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบต้นทุนการสั่งซื้อในแต่ละนโยบาย

นโยบาย	รายการ	Setup cost (THB/Yr.)	Total Setup cost (THB/Yr.)	Diff (THB/Yr.)
นโยบายปัจจุบัน	กล่อง 9 รายการ	249,795.00	251,775.00	-
	สต็อกเทป	1,980.00		
นโยบายใหม่ แบบที่ 1 (ไม่ทำ risk pooling)	กล่อง 9 รายการ	148,365.00	150,345.00	-101,430.00
	สต็อกเทป	1,980.00		
นโยบายใหม่ แบบที่ 2 (ทำ risk pooling)	กล่องใหม่ 2 รายการ (Pack10&Pack6)	28,665.00	30,480.00	-221,295.00
	สต็อกเทปใหม่ 9 รายการ	1,815.00		

6. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

6.1 สรุปผล

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นโยบายทั้งสองให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่านโยบายแบบเดิมของบริษัทในเรื่องของต้นทุนรวม แต่ในเรื่องของการใช้พื้นที่จัดเก็บในคลังสินค้าพบว่า มีเพียงนโยบายรูปแบบที่ 2 ให้ผลลัพธ์ในทางที่ดีกว่านโยบายเดิม ซึ่งแสดงว่าถ้ามองในภาพรวมนโยบายคงคลังแบบใหม่รูปแบบที่ 2 จะสามารถตอบโจทย์วัตถุประสงค์ให้แก่บริษัทกรณีศึกษาได้ดีที่สุด แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับบริษัทกรณีศึกษาจะพิจารณาตามความเหมาะสม

6.2 ข้อเสนอแนะ

การรวมผลิตภัณฑ์หลายรายการให้สามารถใช้ร่วมกันได้ ก็ยังพึงระวังในเรื่องของการนำไปประยุกต์ใช้ในงานจริง เพราะจะต้องมีการสื่อสารให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องใน Supply Chain ให้รับสายตั้งแต่ต้นน้ำ ย่นปลายน้ำ เพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงานใหม่ทั้งหมด อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานได้ ถ้าขาดความรอบคอบและการสื่อสารที่ดีพอ ความโปร่งใส (transparency) และการมองเห็น (visibility) ของข้อมูลของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมดจะลดผลกระทบของ Bullwhip Effect และสามารถลดค่าคาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ ส่งผลให้สามารถลด safety stock ลงได้โดยที่ยังคงรักษาระดับบริการเดิมไว้ได้ การเพิ่มการมองเห็นเช่นมีการแชร์ข้อมูล Point of Sale (POS) ของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริง แทนที่จะใช้คำสั่งซื้อที่ได้รับมา การทำ demand sensing นำข้อมูล real time ที่ได้จากทั้ง POS รวมทั้ง social listening ที่ดูแนวโน้มปัจจุบันของตลาด รวมกับการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต อาจจะช่วยค่าพยากรณ์มีความแม่นยำขึ้น เป็นต้น

7. เอกสารอ้างอิง

ชญาสิทธิ์ ลีลาดี. (2555). การปรับปรุงระบบการจัดการอะไหล่ กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกบรรจุภัณฑ์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ณัฐพล สันแก้ว. (2562). การกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังแบบเต็มเต็มร่วมกันหลายรายการโดยผู้ผลิตจัดส่งแบบเต็มคันรถ. กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์สำนักงานทาง E-Commerce แห่งหนึ่ง. (การจัดการโลจิสติกส์) การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต) คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

นิรชร วัชรุม. (2559). การวิเคราะห์หาจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมการสั่งซื้อถ่านหิน กรณีศึกษา บริษัทอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ของบริษัทแห่งหนึ่ง. (การจัดการโลจิสติกส์) การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต) คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

อัญชลี แซ่เจียม. (2561). การกำหนดระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม. กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตสารเคลือบผิวแห่งหนึ่ง. (การจัดการโลจิสติกส์) การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต) คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

Axsater, S. (2006). **Inventory Control**. Second Edition, New York: Springer.

Cachon, G. and Terwiesch, C. (2009). **Matching Supply with Demand: Introduction to Operations Management**. New York: McGraw-Hill.

Hyndman, R. J. & Athanasopoulos, G. (2018). **Forecasting: Principles and Practices**. Second Edition, Middletown, DE: OText.

Love, Stephen F. (1979). **Inventory Control**. New York: McGraw-Hill.

Silver, E. A., D. F. Pyke, & R. Peterson. (1998). **Inventory Management and Production Planning and Scheduling**. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Syntetos, A., Boylan, J. E. & Croston J. D. (2005). On the categorization of demand patterns. **Journal of the Operational Research Society**, 56(5), 495-503.