

การวางแผนบริหารจัดการสินค้าคงคลังโดยใช้หลักการจำลองสถานการณ์
กรณีเติมเต็มสินค้าร่วมกันภายใต้สถานการณ์สินค้ามีกำหนดวันหมดอายุ
และการหมุนเวียนสินค้าแบบเข้าหลังออกก่อน

วิสุทธิ์ สุพิทักษ์^{*1} สุธีรา ปุลิเวรินทร์²

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษานโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังที่เหมาะสมสำหรับระบบร้านค้าปลีกที่มีการจำหน่ายสินค้าหลายประเภทสินค้ามีเสื่อมสภาพและผู้บริโภคมีพฤติกรรมการซื้อสินค้าแบบเข้าที่หลังออกก่อนโดยนโยบายการเติมเต็มสินค้าในร้านค้าปลีกเป็นแบบตามรอบเวลาร่วมกันหลายชนิดสินค้า สินค้าแต่ละประเภทมีกำหนดวันหมดอายุกรณีสินค้าไม่พอขายถูกพิจารณาเป็นการสูญเสียการขายทั้งหมด สำหรับสินค้าที่หมดอายุถูกกำหนดให้ไม่สามารถทำการขายได้ การเคลื่อนไหวของสินค้าเป็นลักษณะสินค้าที่เข้าที่หลังถูกจำหน่ายออกไปก่อนซึ่งเป็นสภาวะทั่วไปสำหรับร้านค้าปลีกที่ลูกค้ามีแนวโน้มเลือกซื้อสินค้าที่มีกำหนดวันหมดอายุล่าสุด แบบจำลองสถานการณ์ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อกำหนดช่วงเวลาในการเติมเต็มสินค้าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดและระดับการให้บริการผู้บริโภคที่เหมาะสมซึ่งก่อให้เกิดผลกำไรสูงสุดต่อระบบ จากผลการศึกษาตัวแบบการจำลองสถานการณ์ระบบที่มีสินค้าสามประเภทเพื่อเปรียบเทียบคำตอบที่ได้รับจากการหมุนเวียนสินค้าแบบเข้าที่หลังออกก่อนและการหมุนเวียนสินค้าแบบเข้าก่อนออกก่อน พบว่าระบบที่มีการหมุนเวียนสินค้าแบบเข้าที่หลังออกก่อนมีค่าเฉลี่ยผลกำไรสูงสุดและระดับการให้บริการลูกค้าที่ดีที่สุดต่ำกว่าระบบที่มีการหมุนเวียนสินค้าแบบเข้าก่อนออกก่อนโดยประมาณ 12 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าพฤติกรรมการซื้อสินค้าแบบเข้าที่หลังออกก่อนของผู้บริโภคทำให้เกิดสินค้าเก่าหมดอายุในปริมาณที่สูง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายของระบบสูงขึ้น ผลกำไรโดยรวมของระบบจึงมีค่าลดต่ำลง อีกทั้งความเสี่ยงจากการมีสินค้าหมดอายุมากขึ้นส่งผลให้การจัดเก็บสินค้าเมื่อลดลง ระดับการให้บริการลูกค้าที่ดีที่สุดจึงมีค่าลดลง

คำสำคัญ: สินค้าคงคลัง, การจำลองสถานการณ์, เข้าที่หลังออกก่อน, สินค้ามีการเสื่อมสภาพ, การหมดอายุ

* Corresponding author. E-mail: fengwsst@ku.ac.th

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² นิสิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Determination of Joint Inventory Replenishment Policy using Simulation Model for the Retail System having Multiple Perishable Products and Last-in First-out Customer Behavior

Wisut Supithak^{*1} Sutheera Purivekin²

Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900

Abstract

The research objective is to determine a proper inventory replenishment policy for the retail system having multiple perishable products and last-in first-out customer demand. In the system, all products must be replenished together at the same interval. The unsatisfied demand occurred from any product stock-out is considered as lost sales. On the other hand, any product that cannot be sold before its expiration date must be scrapped. The last-in first-out physical product movement is assumed in order to represent practical customer behavior for those products having expiration dates. The simulation model was created in order to determine the proper joint ordering inventory replenishment period, the quantity of each product replenishment, and the safety stock in order to maximize the annual system profit. The experimental study based on a simulation model of a system having three products is conducted in order to compare the solutions between the last-in first-out and first-in first-out customer behaviors. It has been found that, in comparison to the first-in first-out customer behavior, the last-in first-out customer behavior yields lower values for both average of maximum system profits and optimal customer service level by twelve and ten percent, respectively. It can be explained that the last-in first-out customer behavior tends to increase the amount of expired items and, hence, annual profit along with customer service level are decreased.

Keywords: inventory, supply, simulation, perishable product, expiration

* Corresponding author. E-mail: fengwsst@ku.ac.th

¹ Assistant Professor in Faculty of engineering, Kasetsart University

² Undergraduate Student in Faculty of Engineering, Kasetsart University

1. บทนำ

การบริหารจัดการสินค้าคงคลังที่ดีเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งซึ่งช่วยเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของธุรกิจร้านค้าปลีกซึ่งมีการแข่งขันสูงในปัจจุบัน การจัดเก็บสินค้าคงคลังในระดับต่ำเกินไปสามารถก่อให้เกิดปัญหาสินค้าไม่เพียงพอต่อการขายสูญเสียโอกาสของกำไรที่ควรจะได้รับและลูกค้าขาดความเชื่อถือในทางกลับกันกรณีที่ระบบมีการจัดเก็บสินค้าคงคลังเป็นจำนวนมากเกินไป สามารถก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายต้นทุนจมในระบบค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการสินค้า รวมถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเสื่อมสภาพของสินค้า การควบคุมสินค้าคงคลังที่ดีเป็นผลมาจากกำหนดนโยบายการเติมเต็มสินค้าที่เหมาะสม โดยทั่วไปลักษณะอุปสงค์สินค้าคงคลังสำหรับธุรกิจร้านค้าปลีกสามารถถูกพิจารณาได้ว่าเป็นอุปสงค์ที่เกิดขึ้นต่อเนื่อง ไม่ทราบค่าแน่นอนและไม่คงที่ โดยทั่วไปตัวแบบสำหรับการเติมเต็มสินค้าคงคลังสำหรับธุรกิจร้านค้าปลีกซึ่งมีสินค้าหลายประเภทเป็นการเติมเต็มตามรอบเวลา (Economic Order Interval: EOI) เนื่องจากสามารถเติมเต็มสินค้าหลายประเภทพร้อมกันในรอบเวลาที่กำหนดได้ โดยการเติมเต็มสินค้าแต่ละครั้งห่างกันด้วยช่วงเวลาคงที่ ทั้งนี้ปริมาณการเติมเต็มสินค้าแต่ละชนิดในแต่ละรอบเวลามีค่าไม่คงที่ โดยมีปริมาณเติมเต็มเท่ากับผลต่างระหว่างปริมาณสินค้าคงคลังแต่ละชนิดที่เหลืออยู่ในระบบขณะทำการสั่งกับค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดแต่ละชนิดที่กำหนดไว้ [1] ปัญหาการเติมเต็มในระบบที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง มีผู้ค้าปลีกหลายรายพิจารณาต้นทุนรวมที่ประกอบไปด้วยต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าและต้นทุนการถือครองสินค้าได้ถูกศึกษาโดย [2] ซึ่งได้นำเสนอวิธี Order Interval Division (OID) และ วิธี Recursive Tightening (RT) ในการหาคำตอบ [3] ได้นำเสนอวิธีการฮิวริสติกส์ที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้ง่ายกับ spreadsheet ในการแก้ปัญหาลักษณะเดียวกัน [4] ได้มีการเพิ่มเงื่อนไขในเรื่องการลดราคาสินค้าเมื่อคลังสินค้าส่งสินค้าขึ้นโดยได้ใช้วิธีการกำลังสอง (Power of Two) ในการหาคำตอบ [5] ศึกษา ระบบที่มีการสั่งซื้อสินค้าร่วมกันหลายชนิดจากผู้จำหน่ายรายเดียวโดยใช้นโยบายการจัดส่งร่วมกันแบบบางส่วนมาประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithm : EA) ถูกนำมาใช้สำหรับการจัดกลุ่มผู้ค้าปลีกใน

การสั่งซื้อร่วมกัน [6] ศึกษาปัญหาการเติมเต็มสินค้าคงคลังในกรณีที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย โดยกำหนดนโยบายการจัดส่งสินค้าร่วมกันแบบบางส่วน มีการประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมในการจัดกลุ่มผู้ค้าปลีกและใช้หลักการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายในการจัดเส้นทางเดินรถ [7] ได้พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหา ระดับบริการลูกค้าที่เหมาะสมสำหรับร้านค้าปลีกที่มีรอบการรับสินค้าไม่สม่ำเสมอถูกกำหนดล่วงหน้าโดยผู้จัดส่งสินค้า งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการเติมเต็มสินค้าตามรอบเวลาที่เหมาะสมสำหรับระบบร้านค้าปลีกที่มีการขายสินค้าหลายประเภทมีการเติมเต็มสินค้าทุกประเภทพร้อมกัน สินค้าแต่ละชนิดมีกำหนดวันหมดอายุภายหลังจากวันเติมเต็มและผู้บริโภคมีพฤติกรรมการซื้อสินค้าแบบเข้าที่หลังออกก่อน (Last-in First-out: LIFO) โดยเป็นลักษณะที่ถูกค้าเลือกซื้อสินค้าที่มีวันหมดอายุล่าสุดซึ่งเป็นกรณีที่พบได้บ่อยครั้งในธุรกิจร้านค้าปลีกที่สินค้ามีการเสื่อมสภาพ เช่น เนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ รวมถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีกำหนดวันหมดอายุแสดงโดยตัวแบบในงานวิจัยถูกกำหนดให้สินค้าที่หมดอายุไม่สามารถทำการขายได้และกรณีสินค้าไม่พอขายถูกพิจารณาเป็นการสูญเสียการขายโดยไม่มีการสั่งซื้อย้อนหลัง

2. คำอธิบายและสัญลักษณ์ย่อ

T	รอบเวลาในการสั่งซื้อหรือเติมเต็มสินค้า (วัน)
T^*	รอบเวลาในการสั่งซื้อหรือเติมเต็มที่เหมาะสม (วัน)
S	ต้นทุนในการสั่งซื้อหรือเติมเต็มสินค้า (บาทต่อครั้ง)
H	ต้นทุนถือครองวัสดุคงคลัง (บาทต่อหน่วยต่อปี)
h	ค่าสัดส่วนถือครองสินค้าคงคลัง
C	ต้นทุนต่อหน่วยสินค้า (บาทต่อหน่วย)
D	ความต้องการสินค้าต่อปี (หน่วย)
E_{max}	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด (หน่วย)
L	ช่วงเวลานำ (วัน)
ss	ระดับสินค้าเผื่อ (หน่วย)
Z_α	ค่าแจกแจงปกติของระดับการให้บริการผู้บริโภค
σ_d	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการของสินค้า
TP	ผลกำไรต่อปี (บาท)
n	จำนวนประเภทสินค้าที่มีในระบบ

m	จำนวนวันทำงานในหนึ่งปี (วัน)
μ_i	ค่าเฉลี่ยความต้องการต่อวันของสินค้าประเภทที่ i
σ_i	ค่าเฉลี่ยความต้องการต่อวันของสินค้าประเภทที่ i
p_i	ราคาขายของสินค้าประเภทที่ i (บาทต่อชิ้น)
c_i	ต้นทุนสินค้าต่อหน่วยประเภทที่ i (บาทต่อชิ้น)
h_i	ต้นทุนถือครองสินค้าประเภทที่ i (บาทต่อชิ้นต่อวัน)
o_j	ตัวแปรแสดงการสั่งซื้อวันที่ j โดย o_j เท่ากับ 1 กรณีสั่งซื้อ และเท่ากับ 0 กรณีไม่สั่งซื้อ
$x_{ij} y_{ij} z_{ij}$	จำนวนของสินค้าชนิดที่ i ที่ขายได้ ที่ซื้อมา และ ที่เหลืออยู่เมื่อสิ้นสุดวันที่ j ตามลำดับ

3. การเติมเต็มสินค้าตามรอบเวลา

ตัวแบบการเติมเต็มของสินค้าตามรอบเวลาเป็นการเติมเต็มสินค้าที่มีการกำหนดช่วงเวลาการเติมเต็มซึ่งมีระยะห่างเท่ากัน ปริมาณสินค้าที่ถูกเติมเต็มแต่ละครั้งมีค่าแตกต่างกันโดยคำนวณได้จากผลต่างระหว่างปริมาณสินค้าคงเหลือที่มีในระบบ ณ วันที่ทำการสั่งเติมเต็มสินค้ากับค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่กำหนดไว้ จากตัวแบบการเติมเต็มตามรอบเวลากรณีระบบมีสินค้าประเภทเดียวและมีช่วงเวลานำคงที่ รอบเวลาในการสั่งซื้อหรือเติมเต็มสินค้าที่เหมาะสม (Time Between Order; T^*) ระดับสินค้าเพื่อ (Safety Stock; SS) และระดับสินค้าคงคลังสูงสุด (Maximum Inventory Level; E_{max}) สามารถคำนวณได้ดังสมการ (1) (2) และ (3) ตามลำดับ

$$T^* = \sqrt{\frac{2S}{HD}} \quad (1)$$

$$ss = Z_\alpha \sigma_d \sqrt{LT + T} \quad (2)$$

$$E_{max} = D(T + LT) + ss \quad (3)$$

จากสมการที่ (2) ตัวแปรที่ส่งผลต่อระดับสินค้าเพื่อที่สำคัญคือค่า Z_α โดย α คือความน่าจะเป็นที่จะเกิดการขาดสินค้าซึ่งคำนวณได้จากระดับการให้บริการผู้บริโภค (Customer Service Level: CSL) ดังสมการที่ (4)

$$\alpha = 1 - \frac{CSL}{100} \quad (4)$$

จากสมการที่ (2) และ สมการที่ (4) สามารถพิจารณาได้ว่าระดับการให้บริการผู้บริโภคและรอบเวลาการเติมเต็มสินค้าเป็นตัวแปรตัดสินใจที่สำคัญที่มีผลต่อทั้งปริมาณสินค้าเพื่อจำนวนอุปสงค์ที่สามารถตอบสนองได้และปริมาณสินค้าที่มีการเสื่อมสภาพจากการหมดอายุซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อกำไรโดยรวมของระบบ

โดยทั่วไปเมื่อเปรียบเทียบกับตัวแบบการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) ซึ่งเป็นการเติมเต็มสินค้าด้วยจุดสั่งซื้อ (Reorder Point) พบว่าที่ระดับบริการลูกค้าเท่ากัน ตัวแบบการเติมเต็มสินค้าตามรอบเวลาต้องมีการจัดเก็บสินค้าเพื่อในปริมาณที่สูงกว่าโดยมีสาเหตุมาจากการที่ต้องป้องกันระบบจากการขาดสินค้าในช่วงเวลาที่ยาวกว่า อย่างไรก็ตามที่ระดับร้านค้าปลีกส่วนใหญ่ยังนิยมการเติมเต็มสินค้าตามรอบเวลา เนื่องจากสามารถเติมเต็มสินค้าหลายชนิดในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งตัวแบบการเติมเต็มสินค้าด้วยจุดสั่งซื้อไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากสินค้าแต่ละประเภทลดระดับมาถึงจุดสั่งซื้อในช่วงเวลาแตกต่างกัน

4. แบบจำลองสถานการณ์

เทคนิคการจำลองสถานการณ์สามารถนำมาใช้วิเคราะห์แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนสูง โดยเฉพาะกรณีที่ปัญหามีค่าพารามิเตอร์ไม่คงที่มีการแจกแจงในแต่ละรูปแบบ โดยเหตุที่ปัญหาในงานวิจัยมีลักษณะอุปสงค์ของสินค้าแต่ละชนิดในรูปแบบที่มีการแจกแจง แบบจำลองสถานการณ์จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อกำหนดนโยบายการบริหารจัดการสินค้าคงคลังซึ่งเป็นการพิจารณาหารอบเวลาการเติมเต็มสินค้าและระดับการให้บริการผู้บริโภคที่เหมาะสมสำหรับระบบธุรกิจร้านค้าปลีกซึ่งมีสินค้าหลายประเภทโดยมีการเติมเต็มสินค้าทุกประเภทพร้อมกัน สินค้ามีวันหมดอายุและพฤติกรรมการซื้อสินค้าของผู้บริโภคเป็นแบบสินค้าเข้าหลังออกก่อนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลกำไรต่อปีของระบบสูงที่สุด

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	INPUT			CALCULATED VALUES										
2	Mean	20		HC (THB/unit/day)	0.0417									
3	S.D.	5		Quantity (units)	80									
4	C	50		Safety Stock (units)	25									
5	h	0.3		Z-value	1.88									
6	S	1000		Prob. of Stockout	0.03									
7	LT	3		E _{max} (units)	165									
8	Sale Price	100		CSL (percents)	97									
9	Expired Date	5		Order Interval (days)	4									
11				Total Profit	168294									
13										Expense (THB)				
14	Day	Receive	Start Inventory	Order	Delivery Date	Order Quantity	On Order	Demand	Ending Inventory	Item Cost	Holding Cost	Order Cost	Revenue (THB)	Profit (THB)
15	1	105	105	No	-	-	0	22	83	5250	3.46	0	2,200.00	(3,053.46)
16	2	0	83	Yes	5	82	82	18	65	4100	2.71	1000	1,800.00	(3,302.71)
17	3	0	65	No	-	-	82	26	39	0	1.63	0	2,600.00	2,598.38
18	4	0	39	No	-	-	82	23	16	0	0.67	0	2,300.00	2,299.33
19	5	82	98	No	-	-	0	22	76	0	3.17	0	2,200.00	2,196.83
20	6	0	76	Yes	9	89	89	17	59	4450	2.46	1000	1,700.00	(3,752.46)
21	7	0	59	No	-	-	89	20	39	0	1.63	0	2,000.00	1,998.38

รูปที่ 1 แบบจำลองการหมุนเวียนสินค้าคงคลัง ในส่วนข้อมูลนำเข้าและการคำนวณรายรับ-รายจ่าย

ตารางที่ 1 การกำหนดค่าของเซลล์ในส่วนข้อมูลนำเข้า

ตัวแปร	ตำแหน่งเซลล์	รายละเอียด
Mean	B2	ค่าเฉลี่ยทางสถิติความต้องการของผู้บริโภค
S.D	B3	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความต้องการของผู้บริโภค
C	B4	ราคาต้นทุนสินค้าต่อหน่วย
H	B5	ค่าสัดส่วนการถือครองสินค้าคงคลัง
S	B6	ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อครั้ง
LT	B7	ช่วงเวลาในการนำส่งสินค้า (วัน)
Sales Price	B8	ราคาขายสินค้าต่อหน่วย
Expired Date	B9	อายุขัยของสินค้าก่อนจะหมดอายุ (วัน)

ทั้งนี้ ผลกำไรต่อปีคำนวณได้จากผลต่างของรายได้ต่อปีจากการขายสินค้ากับค่าใช้จ่ายต่อปีซึ่งประกอบด้วยค่าต้นทุนสินค้าที่สั่งซื้อ ค่าสั่งซื้อหรือเติมเต็มสินค้า และค่าการจัดเก็บสินค้า ทั้งนี้สินค้าที่หมดอายุไม่สามารถทำการขายได้สมการที่ (5) แสดงการคำนวณค่าผลกำไรต่อปี

$$TP = \sum_{j=1}^m (\sum_{i=1}^n (p_i x_{ij} - c_i y_{ij} - h_i z_{ij}) - So_j) \quad (5)$$

แบบจำลองสถานการณ์ได้ถูกพัฒนาขึ้นบนโปรแกรม Excel Spreadsheet โดยแต่ละ Platform แสดงข้อมูลสินค้าแต่ละประเภท มีตัวแปรตัดสินใจคือรอบเวลาการเติมเต็มสินค้าร่วมกันและระดับบริการผู้บริโภค และมีข้อมูลนำเข้าประกอบด้วยคุณลักษณะของสินค้าแต่ละชนิด

รูปแบบอุปสงค์สินค้าแต่ละชนิด รวมถึงค่าใช้จ่ายในแต่ละประเภท รูปที่ 1 แสดงแบบจำลองแสดงการหมุนเวียนสินค้าคงคลังประเภทหนึ่งในระบบ โดยมีรายละเอียดข้อมูลนำเข้าสำหรับแบบจำลองสถานการณ์แสดงดัง ตารางที่ 1

จากรูปที่ 1 ค่าอุปสงค์สินค้า (สมการ H) ถูกสุ่มขึ้นจากการแจกแจงแบบปกติที่ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อวันที่กำหนดไว้ โดยในแต่ละวันหากปริมาณสินค้าคงคลังต้นวัน (สมการ C) มีค่ามากกว่าค่าอุปสงค์ในวันนั้น ปริมาณสินค้าที่ขายได้จะมีค่าเท่ากับค่าอุปสงค์ของวันนั้น และปริมาณสินค้าคงคลังคงเหลือปลายวัน (สมการ I) สามารถคำนวณได้จากสินค้าคงคลังต้นวันหักลบด้วยอุปสงค์ในวันนั้น

สำหรับกรณีสินค้าคงคลังต้นวันมีปริมาณน้อยกว่าค่าอุปสงค์ของวันนั้น ปริมาณสินค้าที่ขายได้มีค่าเท่ากับปริมาณสินค้าคงคลังต้นวันนั้นและปริมาณสินค้าคงคลังคงเหลือปลายวัน (สดมภ์ I) จะมีค่าเท่ากับศูนย์ ทั้งนี้รายรับจากการขาย (สดมภ์ M) และค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังใน

แต่ละวัน (สดมภ์ K) มีค่ามากขึ้นขึ้นอยู่กับปริมาณสินค้าที่ขายได้และปริมาณสินค้าคงคลังคงเหลือปลายวันตามลำดับ รายละเอียดความหมาย ฟังก์ชันการคำนวณค่าของแต่ละเซลล์ในการจำลองสถานการณ์แสดงดัง ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าของเซลล์ในส่วนการคำนวณรายรับ-รายจ่าย

เซลล์	ค่าแสดง	ฟังก์ชัน	คำอธิบาย
E2	H	=B\$5*B\$4/360	ต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังหน่วยบาทต่อชิ้นต่อวัน
E3	Q	=B\$2*E\$9	ปริมาณสินค้าสำหรับรองรับอุปสงค์ในรอบการสั่ง
E4	ss	=ROUND(\$E\$5*B\$3*SQRT(\$B\$7+\$E\$9),0)	ระดับสินค้าคงคลังปลอดภัย
E5	Z	=ABS(NORMSINV(E6))	ค่า Z ของระดับการใช้บริการที่คำนวณผลจากกราฟ
E6	Prob. of Stockout	=1-(\$E\$8/100)	ความน่าจะเป็นที่สินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ
E7	E _{max}	=(B\$2*(\$E\$9+B\$7))+E\$4	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด
E8	CSL	N/A (ตัวแปรตัดสินใจ)	ระดับบริการลูกค้า
E9	Order Interval	N/A (ตัวแปรตัดสินใจ)	รอบเวลาการเติมเต็มสินค้า
E11	Total Profits	=SUM(N15:N374)	ผลรวมกำไรตลอดระยะเวลา 360 วัน
B15	Receive	=E3+E4	จำนวนสินค้าคงคลังรับเข้าเริ่มต้นในระบบ
C15	Start Inventory	=E3+E4	จำนวนสินค้าคงคลังเริ่มต้นในระบบ
D15	Order	=IF(AND(MOD(A15+B\$7-1,\$E\$9)=0,C15<\$E\$7),"Yes","No")	การตัดสินใจทำการสั่งซื้อสินค้าหากวันนั้นตรงกับช่วงเวลาสั่งซื้อ
E15	Delivery Date	=IF(D15="Yes",A15+B\$7,"-")	การคำนวณวันที่สินค้ามาถึง
F15	Order Quantity	=IF(D15="Yes",\$E\$7-C15,"-")	ปริมาณสินค้าที่สั่งเทียบจากระดับสินค้าคงคลังสูงสุด
G15	On Order	=0	ค่าเริ่มต้น ไม่มีคำสั่งซื้อค้างในระบบ
H15	Demand	=ROUND(NORMINV(P15,B\$2,B\$3),0)	ความต้องการสินค้าของผู้บริโภคในรูปแบบการแจกแจงปกติ
I15	Ending Inventory	=SUMIF(V15:NQ15,">0")	ปริมาณสินค้าคงคลังสิ้นสุดของวันหลังหักอุปสงค์วันนั้น
J15	Item Cost	=C15*B4	ราคาต้นทุนสินค้าคงคลังเริ่มต้นในระบบ
K15	Holding Cost	=IF(I15>0,I15*E\$2,0)	รายจ่ายรวมจากการเก็บสินค้าคงคลังไว้ ณ วันนั้น
L15	Order Cost	=IF(D15="Yes",\$B\$6,0)	รายจ่ายจากการสั่งซื้อสินค้า ณ วันนั้น
M15	Revenue	=B\$8*(MIN(C15,H15))	รายรับรวมจากการจำหน่ายสินค้าไป ณ วันนั้น
N15	Profits	=M15-(J15+K15+L15)	กำไรรวมจากผลต่างระหว่างรายรับและรายจ่ายวันนั้น
B16	Receive	=IFERROR(INDEX(\$F\$15:F15,MATCH(A16,\$E\$15:E15,0)),0)	ปริมาณสินค้าที่มาส่ง ณ วันนั้น ซึ่งมีปริมาณเท่ากับจำนวนที่สั่งซื้อไป

เซลล์	ค่าแสดง	ฟังก์ชัน	คำอธิบาย
C16	Start Inventory	=I15+B16- IF(INDEX(\$V\$15:\$NQ\$374,A16- 1,\$B\$10)>0,INDEX(\$V\$15:\$NQ\$3 74,A16-1,\$B\$10),0)	ปริมาณสินค้าคงคลังเริ่มต้นหักจำนวนของสินค้า หมดอายุออก
D16	Order	=IF(AND(MOD(A16,\$E\$9)=0,C16< \$E\$7),"Yes","No")	การตัดสินใจทำการสั่งซื้อสินค้า หากวันนั้นตรงกับ ช่วงเวลาสั่งซื้อ
E16	Delivery Date	=IF(D16="Yes",A16+\$B\$7,"")	การคำนวณวันที่ที่สินค้าจะมาถึง
F16	#Order	=IF(D16="Yes",IF(SUM(\$B\$15:B16)=SUM(\$F\$15:F15),\$E\$7- C16,\$E\$7-C16-G15),"")	ปริมาณสินค้าที่ทำการสั่งซื้อเทียบจากระดับสินค้าคง คลังสูงสุด
G16	On Order	=IF(D16="Yes",IF(SUM(\$B\$15:B16)=SUM(\$F\$15:F15),\$E\$7- C16,\$E\$7-C16-G15),G15)	เป็นการบันทึกปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละครั้งและจะมี การเปลี่ยนแปลงใหม่ทุกครั้งที่มีการสั่งซื้อใหม่
H16	Demand	=ROUND(NORMINV(P16,\$B\$2,\$B \$3),0)	ความต้องการสินค้าของผู้บริโภคในรูปแบบการ แจกแจงแบบปกติ
I16	Ending Inventory	=SUMIF(V16:NQ16,">0")	ปริมาณสินค้าคงคลังสิ้นสุดของวันหลังหักอุปสงค์ วันนั้น
J16	Item Cost	=IF(D16="Yes",(\$E\$7- C16)*\$B\$4,0)	ราคาต้นทุนสินค้าทั้งหมดที่ทำการสั่งซื้อไป ณ วันนั้น
K16	Holding Cost	=IF(I16>0,I16*\$E\$2,0)	รายจ่ายรวมจากการเก็บสินค้าคงคลังไว้ ณ วันนั้น
L16	Order Cost	=IF(D16="Yes",\$B\$6,0)	รายจ่ายจากการสั่งซื้อสินค้า ณ วันนั้น
M16	Revenue	=\$B\$8*(MIN(C16,H16))	รายรับรวมจากการจำหน่ายสินค้าไป ณ วันนั้น
N16	Profits	=M16-(J16+K16+L16)	กำไรรวมจากผลต่างระหว่างรายรับและรายจ่าย

	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO
13																				
14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
15	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	-18	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	-26	-26	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	-23	-23	-23	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	-17	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	-20	-20	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 2 แบบจำลองสถานการณ์ ในส่วนการหมุนเวียนสินค้าแบบเข้าที่หลังออกก่อน

ตารางที่ 3 ค่าของเซลล์ในส่วนการหมุนเวียนสินค้าแบบเข้าหลังออกก่อน

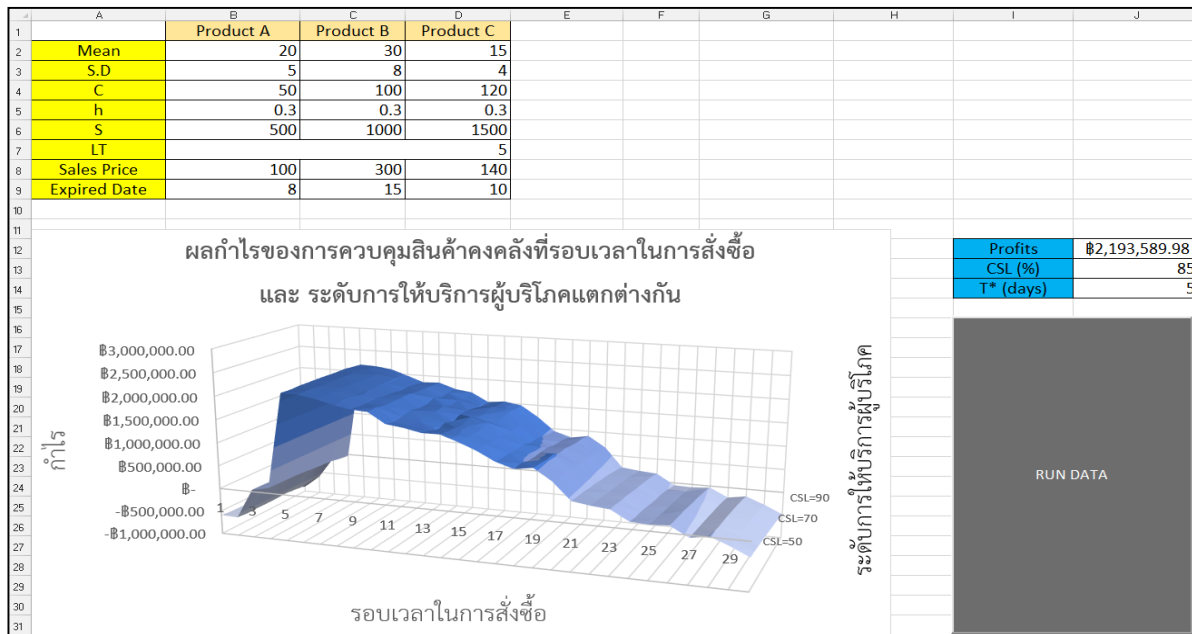
เซลล์	ค่าแสดง	ฟังก์ชัน	คำอธิบาย
V15	ปริมาณสินค้าอายุ 1 วัน (Row1)	=C15-H15	อุปสงค์เริ่มหักจากสินค้าที่มีอายุเหลือมากที่สุดก่อน
V16	ปริมาณสินค้าอายุ 1 วัน (Row2)	=B16-H16	อุปสงค์เริ่มหักจากสินค้าที่มีอายุเหลือมากที่สุดก่อน
W16	ปริมาณสินค้าอายุ 2 วัน (Row2)	=IF(AND(\$W\$14<=\$B\$10,\$W\$14<=A16),IF(AND(V15<=0,V16<0),V16,IF(V16>0,V15,V15+V16)),0)	คำนวณให้ปริมาณสินค้าจากวันก่อนหน้าซึ่งอายุน้อยกว่าสามารถถูกหักออกได้หากสินค้าที่มีอายุมากกว่ามีไม่พอสำหรับความต้องการ ทั้งนี้หากสินค้าที่มีอายุมากกว่ายังคงเหลือก็จะคงปริมาณสินค้าจากวันก่อนหน้าเท่าเดิม
X16	ปริมาณสินค้าอายุ 3 วัน (Row2)	=IF(AND(X14<=\$B\$10,X14<=\$A\$16),IF(AND(W15<=0,W16<0),W16,IF(W16>0,W15,IF(SUMIF(\$V\$16:W16,">0")>0,W15,W15+W16))),0)	คำนวณให้ปริมาณสินค้าจากวันก่อนหน้าซึ่งอายุน้อยกว่าสามารถถูกหักออกไปได้หากสินค้าที่มีอายุมากกว่ามีไม่พอสำหรับความต้องการ ทั้งนี้หากสินค้าที่มีอายุมากกว่ายังคงเหลือก็จะคงปริมาณสินค้าจากวันก่อนหน้าเท่าเดิม

แบบจำลองสถานการณ์ในส่วนการหมุนเวียนสินค้าคงคลังแบบเข้าที่หลังออกก่อนและค่าของเซลล์สามารถพิจารณาได้ดังรูปที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ

ทั้งนี้การหมุนเวียนสินค้าคงคลังแบบเข้าที่หลังออกก่อนแสดงถึงพฤติกรรมในการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้า ซึ่งนิยมเลือกสินค้าที่ใหม่โดยมีวันหมดอายุล่าสุด

ตารางที่ 4 ข้อมูลนำเข้าสินค้าคงคลังสามชนิดสำหรับวิเคราะห์เปรียบเทียบ

ตัวแปร	รายละเอียดข้อมูลนำเข้า		
	สินค้าคงคลังชนิดที่ 1	สินค้าคงคลังชนิดที่ 2	สินค้าคงคลังชนิดที่ 3
ค่าเฉลี่ยอุปสงค์ (ชิ้น)	20	30	15
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอุปสงค์ (ชิ้น)	5	8	4
ต้นทุนสินค้าต่อหน่วย (บาท)	50	100	120
สัดส่วนการถือครอง	0.3	0.3	0.3
ต้นทุนการสั่งซื้อต่อหน่วย (บาท)	500	1000	1500
ราคาขายต่อหน่วย (บาท)	100	300	140
อายุขัยสินค้า (วัน)	8	15	10



รูปที่ 3 ผลกำไรเฉลี่ยจากการประมวลผล 30 รอบ ที่ระดับบริการลูกค้าและรอบเวลาแตกต่างกัน

5. ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบการเคลื่อนไหวของสินค้าด้วยแบบจำลองสถานการณ์

แบบจำลองสถานการณ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบนโยบายการเติมเต็มสินค้าที่เหมาะสม ในสองกรณีคือ (1) สินค้ามีการเคลื่อนไหวแบบเข้าที่หลังออกก่อน (Last-In-First-Out: LIFO) และ (2) สินค้ามีการเคลื่อนไหวแบบเข้าก่อนออกก่อน (First-In-First-Out: FIFO) ทั้งนี้การเปรียบเทียบถูกทำบนระบบที่มีสินค้าคงคลังจำนวนสามชนิด โดยมีข้อมูลนำเข้าสำหรับสินค้าแต่ละชนิดแสดงได้ดัง ตารางที่ 4

ในการวิเคราะห์ ได้ทำการประมวลผลการจำลองสถานการณ์ โดยเปลี่ยนค่า ระดับบริการลูกค้าจาก 50 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาณสินค้าเพื่อเป็นศูนย์) เพิ่มขึ้นทีละ 5 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งถึง 95 เปอร์เซ็นต์ และ เปลี่ยนรอบกำหนดส่งสินค้าจาก ทุก 1 วัน ไปจนกระทั่งถึงทุก 30 วัน จากการประมวลผลการจำลองสถานการณ์ 365 วัน จำนวน 30 รอบ (ขนาดตัวอย่างถูกกำหนดเพื่อให้เป็นลักษณะการแจกแจงแบบปกติ) พบว่า สำหรับกรณีการเคลื่อนไหวสินค้าเป็นแบบเข้าที่หลังออกก่อน ระดับบริการลูกค้าและรอบเวลาการจัดส่งที่ดีที่สุดซึ่งให้ผลกำไรเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 85 เปอร์เซ็นต์ และ 5 วันตามลำดับ โดยมีค่า 95 เปอร์เซ็นต์

ช่วงความเชื่อมั่นผลกำไรที่ (2176320, 2210860) บาท (ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลกำไรเท่ากับ 2,193,590 และ 46,230 บาท ตามลำดับ) รูปที่ 3 แสดงค่าผลกำไรเฉลี่ยที่ระดับบริการและรอบเวลาการสั่งซื้อต่างกัน เมื่อสินค้ามีความเคลื่อนไหวแบบเข้าหลังออกก่อน

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ของระดับตัวแปรที่เหมาะสมระหว่างสินค้าที่หมุนเวียนแบบ LIFO และ FIFO

ตัวแปร	เข้าหลัง – ออกก่อน	เข้าก่อน – ออกก่อน
ระดับการให้บริการผู้บริโภคที่ดีที่สุดจากการจำลองสถานการณ์ (%)	85	95
รอบเวลาการสั่งที่ดีที่สุดจากการจำลองสถานการณ์ (วัน)	5	7
ค่าสูงสุด/ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ยของผลกำไรที่ระดับบริการผู้บริโภคและรอบเวลาการสั่งที่ดีที่สุด (บาท)	2273912/2104260/2193590	2548722/2361714/2455926
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลกำไรที่ระดับบริการผู้บริโภคและรอบเวลาการสั่งที่ดีที่สุด (บาท)	46230	49946
95 เปอร์เซ็นต์ช่วงความเชื่อมั่นผลกำไรต่อปี (บาท)	(2176320, 2210860)	(2437276, 2474576)

สำหรับกรณีการเคลื่อนไหวสินค้าเป็นแบบเข้าก่อนออกก่อน ระดับบริการและรอบเวลาการจัดส่งที่ดีที่สุดซึ่งให้ผลกำไรเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 95 เปอร์เซนต์ และ 7 วันตามลำดับ โดยมีค่า 95 เปอร์เซนต์ช่วงความเชื่อมั่นผลกำไรที่ (2437276, 2474576) บาท (ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลกำไรเท่ากับ 2,455,926 และ 49,946 บาทตามลำดับ) ข้อมูลแสดงระดับบริการและรอบเวลาการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับความเคลื่อนไหวสินค้าแบบเข้าที่หลังออกก่อน และ เข้าก่อนออกก่อนแสดงดัง ตารางที่ 5

6. สรุปและวิจารณ์

งานวิจัยนี้ทำการศึกษานโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังที่เหมาะสม กรณีที่ระบบเป็นร้านค้าปลีกสินค้าหลายชนิด สินค้าแต่ละชนิดมีกำหนดวันหมดอายุที่แตกต่างกันและลูกค้ามีพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าเป็นแบบเข้าหลังออกก่อน โดยกำหนดให้สินค้าที่หมดอายุไม่สามารถขายได้และไม่มีมูลค่า ตัวแบบการจำลองสถานการณ์ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ กำหนดรอบเวลาการเติมเต็มสินค้าร่วมกัน ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และระดับบริการลูกค้าที่เหมาะสมเพื่อให้ผลกำไรต่อปีของระบบสูงสุด จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลระหว่างกรณีที่สินค้ามีความเคลื่อนไหวแบบเข้าหลังออกก่อนและสินค้ามีความเคลื่อนไหวแบบเข้าก่อนออกก่อนเมื่อระบบมีสินค้าสามประเภทที่มีค่าอุปสงค์ ต้นทุนสินค้าต่อหน่วย ราคาขาย และกำหนดวันหมดอายุแตกต่างกัน พบว่า ระดับบริการลูกค้าที่ดีที่สุดสำหรับกรณีสินค้ามีการหมุนเวียนแบบเข้าหลังออกก่อน มีค่าต่ำกว่าระดับบริการลูกค้าที่ดีที่สุดกรณีสินค้ามีการหมุนเวียนแบบเข้าก่อนออกก่อน ทั้งนี้พิจารณาได้ว่า ระดับบริการมีผลโดยตรงต่อปริมาณสินค้าเพื่อ โดยที่ระดับบริการสูงแสดงถึงปริมาณสินค้าเพื่อมากซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับกรณีที่ลูกค้ามีพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าแบบเข้าหลังออกก่อน เพราะพฤติกรรมดังกล่าว ทำให้มีปริมาณสินค้าที่หมดอายุในร้านค้าปลีกมากขึ้น หากพิจารณารอบเวลาการเติมเต็มพบว่ากรณีสินค้ามีความเคลื่อนไหวแบบเข้าหลังออกก่อน มีรอบเวลาการเติมเต็มที่ดีที่สุดสั้นกว่ากรณีสินค้ามีความเคลื่อนไหวแบบเข้าก่อนออกก่อน เนื่องจากการเคลื่อนไหว

สินค้าแบบเข้าหลังออกก่อน มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้จำนวนสินค้าหมดอายุมากขึ้น จึงต้องมีการเติมเต็มสินค้าแต่ละครั้งในปริมาณที่ไม่สูงนักและเติมเต็มบ่อยมากขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงการหมดอายุของสินค้า ทั้งนี้หากพิจารณาผลกำไรเฉลี่ยพบว่า นโยบายการเติมเต็มสินค้าที่ดีที่สุดสำหรับกรณีสินค้ามีความเคลื่อนไหวแบบเข้าหลังออกก่อนมีผลกำไรเฉลี่ยต่อปีต่ำกว่า นโยบายการเติมเต็มสินค้ากรณีสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวแบบเข้าก่อนออกก่อน สามารถอธิบายได้ว่าพฤติกรรมทางเลือกซื้อสินค้าแบบเข้าหลังออกก่อน ก่อให้เกิดต้นทุนจากการมีสินค้าหมดอายุมากขึ้น ผลกำไรรวมต่อปีของระบบดังกล่าวจึงมีค่าลดต่ำลง อย่างไรก็ตามนโยบายการเติมเต็มสินค้าที่พิจารณาจากกรณีสินค้ามีความเคลื่อนไหวแบบเข้าก่อนออกก่อน อาจไม่มีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้งานเนื่องจากพฤติกรรมผู้บริโภคส่วนใหญ่ มักพิจารณาเลือกซื้อสินค้าที่มีวันหมดอายุที่หลังหรือเป็นพฤติกรรมแบบเข้าหลังออกก่อน

การขยายขอบเขตการศึกษาสามารถทำได้โดยการพิจารณาตัวแบบการขาดสินค้าเป็นแบบการสั่งซื้อย้อนหลังและการสูญเสียการขายที่ค่าสัดส่วนแตกต่างกัน การพิจารณาตัวแบบที่มีการกระจายตัวของอุปสงค์ในรูปแบบอื่น การพิจารณาตัวแบบที่มีการเติมเต็มเป็นกลุ่มประเภทสินค้า การพิจารณาผลกระทบจากความไม่แน่นอนของตัวแปรในระบบ รวมถึงการศึกษาตัวแบบที่มีส่วนลดก่อนถึงวันหมดอายุของสินค้าโดยมีการแจกแจงของค่าอุปสงค์ที่เปลี่ยนแปลงตามราคาสินค้า

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] R. J. Tersine, 4th ed., *Principles of Inventory and Material Management*. New Jersey: Prentice Hall, 1994.
- [2] Y. C. Hsiao, "Optimal single-cycle policies for the one-warehouse multi-retailer inventory/distribution system," *Production Economics*, Vol. 114, pp. 219-229, 2008.

- [3] B. A. Jalbar, S. Anders, S. Joaquin, and N. Andreas, "A new heuristic to solve the one-warehouse N-retailer problem," *Computer & Operations Research.*, Vol. 37, pp. 265-272, 2010.
- [4] B. Q. Rieksts, A. V. Jose, and T. H. Yale, "Power-of-two policies for single-warehouse multi-retailer inventory systems with order frequency discounts," *Computers & Operations Research.*, Vol. 36, pp. 2286-2294, 2008.
- [5] A. L. Olsen, "An evolutionary algorithm to solve the joint replenishment problem using direct grouping," *Computers & Industrial Engineering.*, Vol. 48, pp. 223-235, 2005.
- [6] อภิสิทธิ์ วิวัฒน์โยธินชัย และ วิสุทธิ์ สุพิทักษ์. "การใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการเติมเต็มสินค้าคงคลัง ในกรณีที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลังและมีผู้ค้าปลีกหลายราย". *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 9*. หน้า 450-457, 2554.
- [7] ชยุตพล อ้นตระกูล และ วิสุทธิ์ สุพิทักษ์, 2559, "การบริหารจัดการสินค้าคงคลังร้านค้าปลีกที่มีรอบการรับสินค้าไม่สม่ำเสมอ". *การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 16*. หน้า 1-10, 2559.