

อิทธิพลของปัจจัยการกระจายสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า 1 แห่ง ไปยังร้านค้าปลีกหลายสาขา กรณีศึกษา: บริษัทจำหน่ายหมึกเครื่องถ่ายเอกสาร

ดวงรัตน์ หิรัญญะสิริ¹ อนันต์ มุ่งวัฒนา²

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัญหาการกระจายสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า 1 แห่ง ไปยังร้านค้าปลีกหลายสาขา ประเภทสินค้าเดียวและร้านค้าปลีกจะรับความต้องการจากลูกค้าด้วยอัตราคงที่ ตั้งสมมุติฐานไม่มีสินค้าขาดมือ เวลานำในการสั่งซื้อน้อยมาก มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการหานโยบายการเติมเต็มสินค้าที่ประหยัด สามารถลดต้นทุนการสั่งซื้อสินค้า และ ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าให้น้อยที่สุดด้วยวิธีอิทธิพลนี้จะคำนวณหา นโยบายการเติมเต็มสินค้าที่มีประสิทธิภาพและสามารถทำได้ง่ายในโปรแกรมสเปรดชีต ซึ่งจะคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อสินค้าและต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า ผลการศึกษาพบว่าวิธีการดังกล่าวสามารถลดต้นทุนโดยรวมได้มากกว่าวิธีการปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา และพบว่าการพิจารณาระยะเวลาและต้นทุนในการขนส่งด้วยนั้น จะช่วยให้ได้คำตอบที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: คลังกระจายสินค้าหลัก 1 แห่ง ผู้ค้าปลีกหลายราย สินค้าคงคลัง

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

¹นิสิตระดับปริญญาเอก ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

A Heuristic for Inventory/Distribution Control for One-warehouse *N*-Retailer Problem: A Case Study of Copy Machine Toner Distribution

Duangrat Hirunyasiri^{*1} Anan Mungwattana²

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,
Kasetsart University, 50 Ngam Wong Wan Rd, Lat Yao Chatuchak Bangkok 10900

Abstract

This research studies the one-warehouse *N*-retailer problem. In the study, a warehouse supplies an item to multiple retailers, constant customer demand occurs at each retailer, and it is assumed that shortages are not allowed and lead times are negligible. The objective was to determine replenishment policies that would minimize replenishment and inventory holding costs. This heuristic computes efficient policies and can easily be used in a spreadsheet application. The heuristic revealed a balance between replenishment and inventory holding costs. The computational study showed that the heuristic provides lower cost when compared with the original company inventory system and it was found that consideration of transportation times and costs would be more possible in practice.

Keywords: one-warehouse *N*-retailer, inventory

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

¹ Doctor of Engineering Program Student in Industrial Engineering, Faculty of engineering, Kasetsart University

² Associate Professor in Faculty of engineering , Kasetsart University

1. บทนำ

การกระจายสินค้าจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคหรือลูกค้าคนสุดท้ายนั้น เป็นกิจกรรมที่ต้องการการบริหารทรัพยากรด้านต่างๆ และยังส่งผลกระทบโดยตรงต่อความพึงพอใจของลูกค้าอีกด้วย ดังนั้นการบริหารจัดการกระจายสินค้าจากคลังสินค้าไปยังผู้ค้าปลีกนั้น เพื่อให้สินค้าถึงมือลูกค้าตามปริมาณ และภายในเวลาที่ลูกค้าต้องการด้วยต้นทุนต่ำที่สุดโดยผ่านกระบวนการต่างๆ ได้แก่การคลังสินค้า (Warehousing) การควบคุมสินค้าคงเหลือ (Inventory control) เป็นต้น

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาาระบบสินค้าคงคลังประเภทรายการเดียวในคลังเดียว ทราบค่าอุปสงค์ที่แน่นอนมีอัตราคงที่ จุดสั่งซื้อสินค้ากับจุดที่ได้รับสินค้าเป็นจุดเวลาเดียวกันหรือเวลานำในการสั่งซื้อน้อยมาก (Negligible lead times) การจัดส่งสินค้าเป็นการจัดส่งทีเดียวทั้งหมดทันทีที่สั่งซื้อ (Infinite replenishment rate) และไม่ยอมให้เกิดสภาพสินค้าขาดมือ [1] กรณีศึกษาเป็นบริษัทนำเข้าหมึกเครื่องถ่ายเอกสารเลเซอร์จากต่างประเทศ โดยมีคลังสินค้าหลัก 1 แห่ง เพื่อจัดส่งให้ผู้ค้าปลีกอีก 17 ราย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีฮิวริสติกส์หานโยบายการเติมเต็มสินค้าที่สามารถลดต้นทุนโดยรวมของระบบซึ่งประกอบด้วยต้นทุนการสั่งซื้อสินค้าและต้นทุนในการถือครองสินค้าให้ต่ำที่สุด

2. การทบทวนวรรณกรรม

ผลงานวิจัยระบบสินค้าคงคลังอาจแบ่งตามคุณลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น ความต้องการเป็นแบบทราบค่าแน่นอน หรือมีการแจกแจงความน่าจะเป็น (Deterministic or probabilistic demand) การจัดเก็บสินค้าคงคลังเป็นแบบจัดเก็บเพียงระดับเดียวหรือหลายระดับ (Single or multiple echelons) สินค้าเป็นแบบประเภทเดียวหรือหลายประเภท (Single or multiple products) การสั่งซื้อสินค้าเป็นแบบสั่งซื้อทีละประเภทอย่างเป็นอิสระต่อกัน หรือพร้อมกัน (Independent or joint ordering) คำตอบของนโยบายเป็นแบบอุดมคติหรือใกล้เคียงอุดมคติ (Optimal or near-optimal policy) ระยะเวลาการวางแผนเป็นแบบคาบเวลาเดียวหรือเป็นอนันต์ (Single or infinite period) [2] ระบบสินค้าคงคลังหลายระดับที่

เป็นที่สนใจของนักวิจัยส่วนใหญ่จะให้ความสนใจ การแก้ปัญหาสินค้าคงคลังแบบสองระดับ (Two-echelon inventory system) แบบคลังสินค้าหนึ่งแห่งกับจำนวนผู้ค้าปลีกหลายแห่ง (One-warehouse N-retailers) รูปแบบการดำเนินงานคลังสินค้าจะทำการสั่งซื้อสินค้าจากผู้ขาย (Supplier) ที่อยู่นอกระบบให้เพียงพอกับความต้องการของผู้ค้าปลีกในระบบ และความต้องการของลูกค้า จะเกิดขึ้นในระดับของผู้ค้าปลีกเท่านั้น [3-7] การแก้ปัญหาดังกล่าวโดยหารูปแบบของนโยบายที่ดีที่สุดของการเติมเต็มสินค้าอาจจะซับซ้อนมาก [8] การหานโยบายอุดมคติ และใกล้เคียงนโยบายอุดมคติ สำหรับคลังสินค้าหนึ่งแห่งกับจำนวนผู้ค้าปลีกหลายแห่ง มีเป้าหมายเพื่อที่จะหาต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวสำหรับนโยบายสินค้าคงคลังแบบหลายคาบเวลาด้วยวิธีการที่เรียกว่าอัตราส่วนเลขจำนวนเต็มอุดมคติ q (q -optimal integer ratio) และนโยบายอุดมคติยกกำลังสอง (Optimal power-of-two policies) การศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีที่เสนอสามารถหาคำตอบที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 94% และ 98% ตามลำดับ [9] และ [10] ได้พัฒนาขั้นตอนการแก้ปัญหาสำหรับการคำนวณนโยบายอัตราส่วนเลขจำนวนเต็มใกล้เคียงนโยบายอุดมคติ และวิธีอัตราส่วนเลขจำนวนเต็มนี้มีอิสระมากขึ้นในการกำหนดช่วงเวลาการเติมเต็มเนื่องจากไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับ นโยบายอุดมคติยกกำลังสอง ต่อมามีการพัฒนาวิธีการฮิวริสติกส์ใหม่เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้ากับต้นทุนในการเก็บรักษา ในกรณีที่อัตราความต้องการสินค้าคงคลังที่พบว่ามีวิธีการฮิวริสติกส์นี้ ให้ต้นทุนการดำเนินงานของระบบที่ต่ำกว่า [9-10] วิธีการที่เรียกว่าอัตราส่วนเลขจำนวนเต็มอุดมคติ และนโยบายอุดมคติยกกำลังสอง และนโยบายอัตราส่วนเลขจำนวนเต็มใกล้เคียงนโยบายอุดมคติ [11]

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นผู้วิจัยพบว่าวิธีฮิวริสติกส์ [11] เป็นวิธีที่ง่ายต่อการประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาซึ่งเป็นบริษัทนำเข้าหมึกเครื่องถ่ายเอกสารเลเซอร์จากต่างประเทศ โดยมีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง เป็นศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขา 17 สาขา ซึ่งปัจจุบันทางบริษัทยังไม่ได้นำหลักการบริหารสินค้าคงคลังมาใช้ การเติมเต็มสินค้าของสาขาปัจจุบันใช้วิธีการให้แต่ละสาขาเป็นผู้ตัดสินใจจำนวนสินค้าที่ต้องการเบิกสินค้าจากคลังหลักประจำสัปดาห์เท่านั้น รายละเอียดวิธีการฮิวริสติกส์ [11] จะกล่าวในหัวข้อที่ 3 และ 4 และการประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 5

3. โครงสร้างของปัญหา

พิจารณาสินค้าคงคลังหลายระดับ หรือระบบการจัดจำหน่ายสินค้า มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง กระจายสินค้าให้ผู้ค้าปลีกหลายรายผู้ค้าปลีกแต่ละรายเป็นผู้รับความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยคลังสินค้าหลักจะสามารถจัดส่งสินค้าให้ผู้ค้าปลีกได้ตามความต้องการของลูกค้าไม่มีสินค้าขาดมือ การส่งมอบได้ทันที และเวลานำในการสั่งซื้อน้อยมาก ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายคงที่ต่อครั้งการสั่งซื้อสินค้า และค่าใช้จ่ายในการถือครองสินค้าต่อหน่วยงานที่เก็บไว้กำหนดพารามิเตอร์ของปัญหาไว้ดังนี้ [11]

ให้ N แทนจำนวนผู้ค้าปลีกทั้งหมด

d_j ความต้องการของลูกค้าต่อหน่วย

เวลาของแต่ละผู้ค้าปลีก $j =$

$1, 2, 3, \dots, N$

k_j ต้นทุนการเติมเต็มสินค้าคงที่ต่อครั้ง

การสั่งซื้อของแต่ละผู้ค้าปลีก $j =$

$1, 2, 3, \dots, N$

k_0 ต้นทุนการเติมเต็มสินค้าคงที่ต่อครั้ง

การสั่งซื้อของคลังสินค้าหลัก

h_j ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าต่อหน่วย

และต่อหน่วยเวลาของผู้ค้าปลีกแต่ละ

ราย $j = 1, 2, 3, \dots, N$

h_0 ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าต่อหน่วย

และต่อหน่วยเวลาของคลังสินค้า

หลัก

ตัวแปร (variables)

t_j ช่วงเวลาในการเติมเต็มสินค้าของแต่

ละผู้ค้าปลีก $j = 1, 2, 3, \dots, N$

t_0 ช่วงเวลาในการเติมเต็มสินค้าของ

คลังสินค้าหลัก

f_j จำนวนครั้งของผู้ค้าปลีก $j =$

$1, 2, 3, \dots, N$ สั่งซื้อสินค้าระหว่าง

ช่วงเวลา t_0

ถ้า $t_0 \geq t_j$, $f_j \in \{1, 2, 3, \dots\}$. หรือถ้า $t_0 < t_j$, $f_j \in \{1/2, 1/3, 1/4, \dots\}$

C_T ค่าเฉลี่ยต้นทุนรวม

C_j ต้นทุนผู้ค้าปลีก $j = 1, 2, 3, \dots, N$,

C_0 ต้นทุนคลังสินค้าหลัก

เนื่องจากใช้วิธีอัตราส่วนเลขจำนวนเต็มสำหรับแต่ละผู้ค้าปลีก j ดังนั้น t_j/t_0 หรือ t_0/t_j จะเป็นจำนวนเต็มบวก และถ้า $t_j \geq t_0$ ในแต่ละครั้งที่ผู้ค้าปลีก j สั่งซื้อสินค้าคลังสินค้าก็จะสั่งซื้อด้วย คลังสินค้าจึงไม่จำเป็นต้องเก็บรักษาสินค้าไว้ในคลังให้ผู้ค้าปลีกด้วยช่วง เวลาในการเติมเต็มสินค้าของผู้ค้าปลีกมากกว่าคลังสินค้า แต่ถ้า $t_j < t_0$ คลังสินค้าจะต้องเก็บสินค้าไว้ให้ผู้ค้าปลีกเบิกตามความต้องการของลูกค้า เพราะช่วงเวลาในการเติมเต็มสินค้าของคลังสินค้ามากกว่าของผู้ค้าปลีกนั่นเอง ด้วยเหตุผลนี้เราจึงง่ายที่จะสามารถกำหนดต้นทุนที่คลังสินค้าหลักและที่คลังของผู้ค้าปลีกด้วย

ต้นทุนการเติมเต็มสินค้าของผู้ค้าปลีก (Retailers' replenishment cost) ต้นทุนเฉลี่ยการเติมเต็มสินค้าของผู้ค้าปลีก j คำนวณได้จาก k_j/t_j เนื่องจากผู้ค้าปลีก j สั่งซื้อสินค้าทุกๆ หน่วยเวลา t_j และต้นทุนคงที่ในแต่ละครั้งของการเติมเต็มสินค้าคือ k_j ต้นทุนการเก็บรักษาของผู้ค้าปลีก (Retailers' inventory holding cost) ต้นทุนของผู้ค้าปลีกทุกรายอยู่ในรูปแบบของ EOQ ดังนั้นต้นทุนเฉลี่ยการเก็บรักษาสินค้าต่อหน่วยเวลาของผู้ค้าปลีก j สามารถคำนวณได้จาก $h_j d_j t_j / 2$.

ต้นทุนการเติมเต็มสินค้าของคลังสินค้า (Warehouse's replenishment cost) คลังสินค้าสั่งซื้อสินค้าทุกๆ หน่วยเวลา t_0 และต้นทุนคงที่ในการเติมเต็มสินค้าคือ k_0 ดังนั้นต้นทุนเฉลี่ยการเติมเต็มสินค้าของคลังสินค้าคือ k_0/t_0 ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าของคลังสินค้า (Warehouse's inventory holding cost) ซึ่งจะเกิดต้นทุนขึ้นเมื่อต้องเก็บรักษาสินค้าให้ผู้ค้าปลีกในกรณีผู้ค้าปลีก j มีช่วงเวลาในการเติมเต็มสินค้าน้อยกว่าคลังสินค้าคือ $t_j < t_0$ หรือเท่ากัน สำหรับผู้ค้าปลีก j เมื่อ $f_j > f_0$ คือจำนวนครั้งในการเติมเต็มสินค้าของผู้ค้าปลีก j มากกว่าจำนวนครั้งในการเติมเต็มสินค้าของคลังสินค้า ต้นทุนเฉลี่ยที่เกิดของคลังสินค้าคำนวณได้จาก

$$\sum_{j: f_j > 1} \frac{(f_j - 1) d_j t_j}{2}$$

ดังนั้นต้นทุนเฉลี่ยการเก็บรักษาสินค้าที่คลังสินค้าคือ

$$h_0 \sum_{j: f_j > 1} \frac{(f_j - 1) d_j t_j}{2}$$

ดังนั้นต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อหน่วยเวลาคือ

$$C_T = C_0 + \sum_{j=1}^N C_j$$

$$= \frac{k_0}{t_0} + h_0 \sum_{j:f_j > 1} \frac{(f_j - 1)d_j t_j}{2} + \sum_{j=1}^N \left[\frac{k_j}{t_j} + \frac{h_j d_j t_j}{2} \right] \quad (1)$$

ให้ f_j เป็นจำนวนครั้งในการสั่งซื้อสินค้าของผู้ค้าปลีก j ภายในช่วงเวลาของ t_0 ดังนั้น $t_j = t_0/f_j$ จึงสามารถแสดงต้นทุนรวม (1) ในรูปของ t_0 และ f_j

$$C_T = \frac{k_0}{t_0} + h_0 \sum_{j:f_j > 1} \frac{(f_j - 1)d_j t_0}{2 f_j} + \sum_{j=1}^N \left[\frac{f_j k_j}{t_0} + \frac{h_j d_j t_0}{2 f_j} \right]$$

$$= \frac{1}{t_0} \left[k_0 + \sum_{j=1}^N f_j k_j \right] + \frac{t_0}{2} \left[\sum_{j=1}^N \frac{h_j d_j}{f_j} + h_0 \sum_{j:f_j > 1} \left(1 - \frac{1}{f_j} \right) d_j \right] \quad (2)$$

สมการวัตถุประสงค์

$$\min C_T = \frac{1}{t_0} \left[k_0 + \sum_{j=1}^N f_j k_j \right] + \frac{t_0}{2} \left[\sum_{j=1}^N \frac{h_j d_j}{f_j} + h_0 \sum_{j:f_j > 1} \left(1 - \frac{1}{f_j} \right) d_j \right]$$

$$\text{s.t. } f_j \in \left\{ \dots, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3, \dots \right\} \quad (3)$$

4. ขั้นตอนและวิธีการหาคำตอบ

ปัญหาการเติมเต็มสินค้าโดยมีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายรายนั้นมีผู้วิจัยแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน แต่เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติแล้วยังคงเป็นวิธีการที่ซับซ้อนและยุ่งยาก [11] นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการคำนวณอัตราส่วนเลขจำนวนเต็มโดยใช้ (3) เป็นพื้นฐานซึ่งสามารถคำนวณด้วยมือ และในขั้นตอนแก้ปัญหาก็สามารถทำได้ง่ายโดยใช้โปรแกรมสเปรดชีตดังจะได้กล่าวต่อไป

r_j เป็นอัตราส่วนระหว่างต้นทุนการเติมเต็มสินค้าและต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก j ต้นทุนการเติมเต็มสินค้าของผู้ค้าปลีกคำนวณได้จาก $f_j k_j / t_0$ และต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าหาได้จาก $h_j d_j t_0 / 2 f_j$ ดังนั้น

$$r_j = \frac{2 f_j^2 k_j}{h_j d_j t_0^2}, j = 1, \dots, N \quad (4)$$

จาก (3) หา t_0 โดยกำหนดค่าให้เท่ากับศูนย์ จะได้ช่วงเวลาในการเติมเต็มสินค้าของคลังสินค้าหลัก

$$t_0^* = \left[\frac{2(k_0 + \sum_{j=1}^N f_j k_j)}{\sum_{j=1}^N \frac{h_j d_j}{f_j} + h_0 \sum_{j:f_j > 1} \left(1 - \frac{1}{f_j} \right) d_j} \right]^{1/2} \quad (5)$$

แทนค่า (5) ใน (4) จะได้ r_j

$$r_j = \frac{f_j^2 k_j}{h_j d_j} \left[\frac{\sum_{j=1}^N \frac{h_j d_j}{f_j} + h_0 \sum_{j:f_j > 1} \left(1 - \frac{1}{f_j} \right) d_j}{(k_0 + \sum_{j=1}^N f_j k_j)} \right] \quad (6)$$

แทนค่า (5) ใน (3) ฟังก์ชันต้นทุน C_T จะแสดงในรูปของ f_j ดังนี้

$$C_T(f_1, \dots, f_N) = \left[\frac{2(k_0 + \sum_{j=1}^N f_j k_j) \left(\sum_{j=1}^N \frac{h_j d_j}{f_j} \right)}{+ h_0 \sum_{j:f_j > 1} \left(1 - \frac{1}{f_j} \right) d_j} \right]^{1/2} \quad (7)$$

ขั้นตอนหาคำตอบด้วยวิธีอัตราส่วนเลขจำนวนเต็ม [11] จาก (6) และ (7) จะใช้คำนวณหา r_j และ $C_T(f_1, \dots, f_N)$

ขั้นตอนแก้ปัญหาก็จะประกอบด้วยขั้นตอนที่วนซ้ำเพื่อพยายามที่จะปรับค่า r_j ให้เข้าใกล้ 1 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 0 ให้ $f_j = 1, j=1,2,3, \dots, N, L=N$ และ $\Theta_L = \{1, 2, \dots, N\}$ คำนวณ $C=C_T(f)$ จาก (7)

ขั้นที่ 1 คำนวณ r_j ($j=1,2,3,\dots,N$) จาก(6) และ j ที่มีค่า $r_j > 1.2$ ให้ลดค่า f_j จะได้ f_j^* และถ้า $f_j > 1$ ให้ลดค่า

f_j คือ $f_j^* = f_j - 1$ แต่ถ้า $f_j \leq 1$, ให้ $f_j = \frac{1}{m_j}$ เมื่อ

m_j เป็นเลขจำนวนเต็ม และให้ลดค่า f_j คือ

$$f_j^* = \frac{1}{m_j + 1}$$

สำหรับ j ที่มีค่า $r_j < 0.4$ ให้เพิ่มค่า f_j จะได้ f_j^* และ

ถ้า $f_j \geq 1$ ให้เพิ่มค่า f_j คือ $f_j^* = f_j + 1$ แต่ถ้า $f_j < 1$,

ให้ $f_j = \frac{1}{m_j}$ เมื่อ m_j เป็นเลขจำนวนเต็ม และให้เพิ่มค่า

f_j คือ j ทั้งหมดจะมีค่า $0.4 \leq r_j \leq 1.2 f_j^* \leftarrow f_j$

คำนวณต้นทุนรวมใหม่ $C = C_T(f^*)$ และถ้า $C' < C$

ดังนั้น $C \leftarrow C', f \leftarrow f^*$ ให้กลับไปทำขั้นที่ 1 ถ้าไม่ให้ทำขั้นที่ 2 ต่อไป

ขั้นที่ 2 ให้ $l = \arg \max_{j \in \Theta_L} \left\{ r_j, \frac{1}{r_j} \right\}$, ถ้า $r_l > 1$ ให้ลด

ค่า f_j เหมือนกับขั้นที่ 1 จะได้ f_j^* แต่ถ้า $r_l < 1$ ให้เพิ่มค่า f_j

เหมือนขั้นที่ 1 จะได้ f_j^* จากนั้นคำนวณต้นทุนรวมใหม่

$C' = C_T(f_1, \dots, f_j^*, \dots, f_N)$ ถ้า

$C' < C$ then $C \leftarrow C', f \leftarrow f^*, L \leftarrow N$

คำนวณ

$r_j (j=1, \dots, N)$ else $\Theta_L \leftarrow \Theta_L \setminus \{l\}, L \leftarrow L - 1$

ถ้า $L > 0$ ให้ทำขั้นที่ 2 แต่ถ้าไม่ ให้ไปขั้นที่ 3

ขั้นที่ 3 หยุด จะได้ต้นทุนรวม C ที่ต่ำที่สุด

5. การประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา

กรณีศึกษาเป็นบริษัทนำเข้าสินค้าประเภทเครื่องถ่ายเอกสาร จำหน่ายเครื่องถ่ายเอกสารเลเซอร์ มีสาขาสำหรับให้บริการและจำหน่ายหมึกพิมพ์ทั่วประเทศ 17 สาขา มีคลังสินค้าหลักเป็นศูนย์กระจายสินค้าตั้งอยู่ที่กรุงเทพฯ 1 แห่ง โดยหมึกถ่ายเอกสารจะนำเข้ามาจากต่างประเทศและจะถูกเก็บไว้ที่คลังหลัก มีรอบในการสั่งซื้อสัปดาห์ละครั้ง การ

ขนส่งผ่านทางเรือมีระยะเวลานำ 10 วัน ส่วนแต่ละสาขาจะเบิกสินค้าจากคลังหลักโดยมีรอบการเติมเต็มสินค้าสัปดาห์ละครั้ง และถ้าสินค้าไม่เพียงพอทางสาขาก็จะเบิกสินค้าจากคลังหลักโดยใช้การขนส่งแบบด่วนเพื่อให้ได้รับสินค้าภายใน 1 วัน

งานวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะกลุ่มสินค้า A ซึ่งมียอดขายคิดเป็น 80% ของสินค้าทั้งหมดเท่านั้น และได้รวบรวมข้อมูลการเติมเต็มสินค้าของคลังสินค้าหลักและของสาขาย่อยเป็นเวลา 1 เดือน ส่วนต้นทุนการสั่งซื้อเพื่อเติมเต็มสินค้าต่อครั้งกับต้นทุนการเก็บรักษาต่อชิ้นนั้นบริษัทกรณีศึกษาไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลดังกล่าวได้ จึงได้ทำการคำนวณต้นทุนจากราคาขายเพื่อจำลองตัวเลขต้นทุน ราคาขายชิ้นละประมาณ 2,000 บาท คิดเป็นต้นทุนสินค้า 60% เหลือ 1,200 บาทต่อชิ้น ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าประมาณ 20% ของต้นทุนสินค้าคือ 240 บาทต่อชิ้น การสั่งซื้อสินค้าต่อครั้งสำหรับการเติมเต็มสินค้าคิดเป็น 200 บาทต่อครั้งหรือประมาณ 16% ของต้นทุนสินค้า ดังรายละเอียดข้อมูลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ที่พิจารณาของบริษัทกรณีศึกษา

j	h_j / ชิ้น	k_j / ครั้ง	d_j / เดือน	d_j / วัน
0	240	200	3,186	106
1	240	200	269	9
2	240	200	1,185	40
3	240	200	99	3
4	240	200	14	.47
5	240	200	17	1
6	240	200	101	3
7	240	200	38	1
8	240	200	69	2
9	240	200	11	.37
10	240	200	24	1
11	240	200	20	1
12	240	200	40	1
13	240	200	354	12
14	240	200	690	23
15	240	200	189	6
16	240	200	41	1
17	240	200	20	1

ตารางที่ 2 ความถี่ในการเติมเต็มสินค้าของสาขาภายในช่วงเวลาของ t_0^* และต้นทุนรวม

j	f_j #1	f_j #2	f_j #3	f_j #4
0	1	1	1	1
1	1	1	1	1
2	1	2	1	1
3	1	0.5	1	1
4	1	0.5	1	1
5	1	0.5	1	1
6	1	0.5	1	1
7	1	0.5	1	1
8	1	0.5	1	1
9	1	0.5	1	1
10	1	0.5	1	1
11	1	0.5	1	1
12	1	0.5	1	1
13	1	1	1	1
14	1	2	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0.5	1	1
17	1	0.5	1	1
C (บาท)	13,536	12,831	16,324	89,582
t_0^* (วัน)	0.532	0.436	1	7

จากตารางที่ 2 ทดลองใส่ค่าความถี่ในการเติมเต็มสินค้าของสาขาครั้งที่ 1 (f_j #1) ให้ค่าเป็น 1 ทุกสาขา j หมายความว่าทุกครั้งที่คลังหลักเติมเต็มสินค้า สาขาจะเติมเต็มสินค้าด้วย $t_0^* = 0.532$ หมายถึงทุกๆ ครึ่งวัน ทั้งคลังหลักและสาขาจะเติมเต็มสินค้าด้วยต้นทุนรวม 13,535 บาท จากนั้นปรับค่า f_j ครั้งที่ 2 ตามวิธีการที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3 จากตารางที่ 3 ค่า r_j ในสาขาที่มากกว่า 1.2 จะถูกปรับค่า f_j ลง และในสาขาที่มีค่า r_j น้อยกว่า 0.4 จะถูกปรับค่า f_j ขึ้น จะได้ $t_0^* = 0.436$ และต้นทุนรวม 12,831 บาท ทำเช่นนี้และรายละเอียดตามวิธีการในหัวข้อที่ 3 จะได้ต้นทุนรวมที่ถูกที่สุดในครั้งที่ 2 แต่จากกรณีศึกษาคลังหลักตั้งอยู่กรุงเทพฯ และกระจายสินค้าไปสาขาต่างจังหวัดการส่งของวันละ 2 ครั้ง จึงเป็นไปได้ยาก จึงทดลองเปลี่ยนค่า $t_0^* = 1$ และ

7 วัน จะได้ต้นทุนรวม 16,324 บาท และ 89,582 บาท ตามลำดับ

ตารางที่ 3 อัตราส่วนระหว่างต้นทุนการเติมเต็มสินค้าและต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า

j	r_j #1	r_j #2	r_j #3	r_j #4
0	0	0	0	0
1	0.657	0.976	0.186	0.004
2	0.149	0.886	0.042	0.001
3	1.785	0.663	0.505	0.010
4	12.623	4.688	3.571	0.073
5	10.395	3.860	2.941	0.060
6	1.750	0.650	0.495	0.010
7	4.651	1.727	1.316	0.027
8	2.561	0.951	0.725	0.015
9	16.066	5.966	4.545	0.093
10	7.363	2.734	2.083	0.043
11	8.836	3.281	2.500	0.051
12	4.418	1.641	1.250	0.026
13	0.499	0.742	0.141	0.003
14	0.256	1.522	0.072	0.001
15	0.935	1.389	0.265	0.005
16	4.310	1.601	1.220	0.025
17	8.836	3.281	2.500	0.051
C (บาท)	13,536	12,831	16,324	89,582
t_0^* (วัน)	0.532	0.436	1	7

จากตารางที่ 3 พบว่าค่า r_j ของ $t_0^* = 7$ วันนั้นต่ำกว่า 1 หนึ่งมากแสดงว่าต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าสูงกว่าต้นทุนเติมเต็มสินค้า ในขณะที่ค่า r_j ของ $t_0^* = 1$ วัน มีทั้งมากกว่า 1 และน้อยกว่า 1 คือบางสาขาก็มีต้นทุนการเติมเต็มสินค้ามากกว่าต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า

6. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการคำนวณอัตราส่วนเลขจำนวนเต็มวิธีฮิวริสติกส์ [11] ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายต่อการประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาซึ่งเป็นบริษัทนำเข้าหมึกเครื่องถ่ายเอกสารเลเซอร์จากต่างประเทศโดยมีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง เป็นศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขา

17 สาขา ปัจจุบันทางบริษัทยังไม่ได้นำหลักการบริหารสินค้าคงคลังมาใช้ การเติมเต็มสินค้าของสาขา ปัจจุบันใช้วิธีการให้แต่ละสาขาเป็นผู้ตัดสินใจจำนวนสินค้าที่ต้องการเบิกสินค้าจากคลังหลักประจำสัปดาห์เท่านั้น จากผลการวิจัยพบว่าช่วงเวลาในการเติมเต็มสินค้าที่ให้ค่าต้นทุนรวมต่ำที่สุดนั้นคือต้องเติมเต็มสินค้าทุกๆวันหรือวันละสองครั้ง แต่ในทางปฏิบัติอาจเป็นไปได้ยาก เนื่องจากวิธีการที่ใช้ในงานวิจัยนี้ไม่ได้คำนึงถึงระยะเวลาและต้นทุนด้านการขนส่ง และข้อมูลด้านต้นทุนเป็นเพียงการคำนวณข้อมูลจากราคาขายของสินค้าเท่านั้นซึ่งต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงในส่วนของคลังสินค้าหลักอาจจะไม่เท่ากับต้นทุนที่เกิดขึ้นในระดับสาขา และแต่ละสาขา ก็อาจจะมีต้นทุนที่แตกต่างกัน ซึ่งถ้าสามารถทราบต้นทุนที่แท้จริงในการสั่งซื้อเพื่อการเติมเต็มสินค้าต่อครั้ง และต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าต่อชิ้นของคลังหลักและของแต่ละสาขาแล้วก็จะช่วยให้บริษัทกรณีศึกษาสามารถตัดสินใจเลือกแผนการเติมเต็มสินค้าได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น และเพื่อความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติงานวิจัยในอนาคตควรพิจารณาถึงระยะเวลา และต้นทุนด้านการขนส่งสินค้าด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิจิต หล่อจิระชุมกุล, *ทฤษฎีสินค้าคงคลัง*. โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2536.
- [2] E. A. Silver, D. Pyke and R. Peterson, *Inventory management and production planning and scheduling*, 3rd ed. New York: Wiley, 1998.
- [3] B. Abdul-Jalbar, J. Gutiérrez and J. Sicilia, "Policies for inventory /distribution systems: The effect of centralization vs decentralization," *International Journal of Production Economics.*, pp. 281-293, 2003.
- [4] J. A. Muckstadt and R. O. Roundy, "Analysis of multistage production systems," *Handbooks in OR and MS.*, vol. 4, chapter 2, 1993.
- [5] P. Zipkin, *Foundations of inventory Management*. New York: McGraw-Hill, 2000.
- [6] S. Axsater, *Inventory Control*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [7] B. Abul-Jalbar, *Distribution systems: advances in inventory management*, PhD thesis. Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna, ISBN:84-7756-663-1, 2005.
- [8] L. B. Schwarz, "A simple continuous review deterministic one-warehouse N-retailer inventory problem," *Management Science.*, Vol. 19, pp. 555-66, 1973.
- [9] R.O. Roundy, "98% Effective integer-ratio lot sizing for one-warehouse multi retailer systems," *Management Science.*, Vol. 31(11), pp.1416-1430, 1985.
- [10] B. Abdul-Jalbar, J. Gutiérrez and J. Sicilia, "Integer-ratio policies for distribution/inventory systems," *International Journal of Production Economics.*, Vol. 93-94, pp. 407-15, 2005.
- [11] B.Abdul-Jalbar, A.Segerstedt, S.Joaquin and A.Nilsson, "A new heuristic to solve one-warehouse N-retailer problem," *Computers & Operations Research.*, Vol. 37, pp.265-272, 2010.