การจัดการพัสดุคงคลังเคมีในอุตสาหกรรมการผลิตผ้าใบไทร์คอร์ด ด้วยวิธีการกำหนดการสั่งซื้อ

จรีรัตน์ อ้วนเสมอ[1]* และ โอพาร กิตติธีรพรชัย[2]

บทคัดย่อ

วัตถุดิบคงคลังเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อการป้องกันความต้องการที่ไม่แน่นอนและเพื่อการดำเนินการผลิตที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอ ดังนั้นบริษัทจำต้องพิจารณาวิธีการกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่ใช้ว่าเหมาะสมกับวัตถุดิบนั้นหรือไม่ งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้วิธีการ Lot Sizing กับวัตถุดิบประเภทสารเคมีที่ใช้ในโรงงานผลิตผ้าใบไทร์คอร์ดทั้งหมด 12 ชนิด โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการสารเคมีที่ใช้ในการผลิตย้อนหลัง 52 สัปดาห์และหาต้นทุนรวมในการจัดการสารเคมีคงคลังจากวิธีการหาขนาดการสั่งซื้อที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต 5 วิธี ได้แก่ Lot-For-Lot, Period Order Quantity, Least Unit Cost, Part Period Balancing และ Silver-Meal Method แล้วเปรียบเทียบกับต้นทุนรวมในการจัดการสารเคมีคงคลังจากวิธี Wagner-Whitin Algorithm (WW) ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด แต่มีข้อจำกัดด้านการใช้งานจริงเนื่องจากเป็นวิธีการที่ซับซ้อน ยากต่อการทำความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงานและประสบปัญหาระบบรวน ผลการเปรียบเทียบพบว่าวัตถุดิบส่วนใหญ่เหมาะสมกับวิธี Silver-Meal Method เนื่องจากทำให้ต้นทุนรวมในการจัดการสารเคมีคงคลังต่างจากวิธีการ WW ไม่เกิน 11%

คำสำคัญ: การหาขนาดการสั่งซื้อ การจัดการวัตถุคงคลัง ประเภทสารเคมี อุตสาหกรรมผ้าใบไทร์คอร์ด

[1] นิสิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08-5130-9998 อีเมล: jittamma@gmail.com

รับเมื่อ 25 กรกฎาคม 2556 ตอบรับเมื่อ 7 มีนาคม 2557

Chemical Inventory Management in Tire Cord Fabric Industry Using Lot Sizing

Jareerat Uansamer[1]* and Oran Kittithreerapronchai[2]

Abstract

Raw-material inventory is an essential part for protecting against demand uncertainty and for smoothing production. As a result, a company has to consider the appropriate order quantity for each raw material. This article applies lot sizing to 12 chemical compounds used in a Tire Cord Fabric factory. We analyzed historical usage quantity of compounds throughout 52 weeks and compared five lot-sizing policies that are popular in production, particularly Lot-For-Lot, Period Order Quantity, Least Unit Cost, Part Period Balancing and Silver-Meal Method with Wagner-Whitin Algorithm (WW), which yields the optimal total inventory cost. Nevertheless, WW Algorithm is complex and difficult for an operator to gain insight as well as exhibits the System Nervousness problem. The comparison showed that the most suitable policy for the majority of compounds is Silver-Meal Method because its total inventory cost is within 11% of the optimal solution.

Keywords: Lot Sizing Problem, Chemical Inventory Management, Tire Cord Fabric Industry

[1] Student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.

[2] Lecturer, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.

* Corresponding Author, Tel. 08-5130-9998, E-mail: jittamma@gmail.com

Received 25 July 2013; Accepted 7 March 2014

1. บทนำ

วัตถุดิบคงคลังหรือสินค้าคงคลังเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินธุรกิจ ซึ่งหากไม่มีการบริหารจัดการที่ดีอาจส่งผลกระทบกับการดำเนินธุรกิจในด้านต่างๆ เช่น การผลิตเกิดการหยุดชะงักเนื่องจากขาดแคลนวัสดุ ซึ่งอาจจะส่งผลถึงการส่งสินค้าไม่ทันตามที่กำหนด ทำให้ลูกค้าลดความน่าเชื่อถือของบริษัทลงได้ หรืออีกมุมหนึ่งหากเก็บสินค้าคงคลังไว้มากเกินไป ก็จะส่งผลให้บริษัทเกิดต้นทุนจม อาจทำให้ขาดสภาพคล่องในด้านการเงิน หรือวัตถุดิบหมดอายุ ทำให้บริษัทเกิดการสูญเสียได้

วัตถุดิบคงคลังหรือสินค้าคงคลังส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนของสินค้า ดังนั้นจึงทำให้มีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการวัตถุดิบคงคลังหรือสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรม รูปแบบหนึ่งที่นิยมทำการศึกษาคือการพิจารณาปริมาณการสั่งซื้อเพื่อให้ต้นทุนรวมของการจัดการวัตถุดิบคงคลังหรือสินค้าคงคลังซึ่งประกอบด้วยต้นทุนการสั่งซื้อ (Ordering Cost) ต้นทุนการเก็บรักษา (Holding Cost) และต้นทุนจากการขาดสินค้า (Stock Out Cost) มีค่ารวมต่ำที่สุด ลักษณะปัญหาดังกล่าวถูกเรียกว่า ปัญหาการหาขนาดการสั่งซื้อหรือ Lot-Sizing Problem

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการจัดการสารเคมีคงคลังของโรงงานผลิตผ้าใบไทร์คอร์ด (Tire Cord Fabric) ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมต้นน้ำในการผลิตยางรถยนต์และถูกจัดอยู่ในประเภทอุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอ โดยมีลักษณะการผลิตเป็นแบบ Make to Stock และผลิตสินค้าเป็น Batch ขนาดใหญ่ ทำให้ต้องจัดเก็บวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่งผลโดยตรงกับต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุดิบคงคลัง นอกจากนี้การสั่งซื้อสารเคมีในอดีตยังไม่มีวิธีการสั่งซื้อที่ชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบความต้องการสารเคมีของโรงงานกรณีศึกษา และหาวิธีการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับสารเคมีแต่ละชนิด เพื่อให้ค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีต่ำที่สุด โดยประยุกต์ใช้วิธีการ Lot-Sizing Problem

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lot-Sizing Problem เป็นปัญหาที่สำคัญในการวางแผนการผลิต โดยในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาเฉพาะ Single Item Lot-Sizing Problem ซึ่งมีรูปแบบความต้องการแบบ Deterministic เนื่องจากสามารถทราบปริมาณความต้องการสารเคมีแต่ละชนิด ซึ่งแปรผันกับชนิดสินค้าและข้อกำหนดที่ลูกค้าต้องการ โดยสารเคมีแต่ละชนิดไม่มีการจัดซื้อหรือการขนส่งร่วมกัน

ปัญหาของโรงงานกรณีศึกษาดังกล่าวเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในภาคอุตสาหกรรมและได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง มีการนำเสนอวิธีการสั่งซื้อหลากหลายวิธีการ เช่นวิธีการ Lot-For-Lot (LFL) ซึ่งมีหลักการคือสั่งซื้อในปริมาณที่ต้องการเฉพาะช่วงเวลาที่ต้องการเท่านั้น วิธี LFL จะทำให้ไม่มีค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บเพราะวัสดุคงคลังจะเป็นศูนย์ แต่จะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสูง ตัวอย่างงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้วิธี LFL เช่น Sakon and Bordin [1] ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้หลักการ LFL สำหรับการสั่งซื้อแบตเตอรี่สำหรับเครื่องลำเลียงสัมภาระอัตโนมัติซึ่งมีราคาต่อหน่วยสูง เวลานำในการสั่งซื้อน้อย และค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่ำ แต่มีค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสูง เป็นต้น

หรืออีกวิธีการหนึ่งคือวิธีการ Economics Order Quantity (EOQ) [2] ที่เหมาะสมกับวัตถุดิบที่มีความแกว่งตัวของปริมาณความต้องการต่ำและไม่ซับซ้อน ซึ่งเป็นวิธีการสั่งซื้อที่ง่ายต่อการหาคำตอบและนิยมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่วิธีการสั่งซื้อที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการวัตถุดิบคงคลังต่ำที่สุด ถูกนำเสนอโดย Wagner and Within [3] และถูกเรียกตามผู้นำแนวคิดว่าวิธีการ “Wagner-Whitin (WW) Method” โดยมีสมการดังนี้

สมการเป้าหมาย

$$\text{Min. cost} = \sum_{t=1}^{T} \left(o_t y_t + h_t I_t \right) \qquad (1)$$

สมการข้อจำกัด

$$I_{t-1} + x_t - d_t = I_t \forall t \quad (2)$$

$$x_t, I_t \geq 0 \forall t \quad (3)$$

$$y_t = 1 \quad \text{เมื่อ } x_t > 0 \quad (4)$$

$$y_t = 0 \quad \text{เมื่อ } x_t \leq 0 \quad (5)$$

โดยที่

o_t = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบ (บาทต่อครั้ง)
h_t = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาทต่อหน่วยต่อช่วงเวลา)
y_t = ตัวแปรไบนารี มีค่าเป็น 1 เมื่อมีการสั่งซื้อ และมีค่าเป็น 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ
I_t = ปริมาณวัตถุดิบคงคลัง (หน่วย)
x_t = ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบ (หน่วย)
d_t = ปริมาณความต้องการวัตถุดิบในแต่ละช่วงเวลา (หน่วย)

ข้อจำกัดที่สำคัญของวิธีการ WW คือวิธีการคำนวณที่ซับซ้อน ใช้เวลาในการหาคำตอบนานและยากต่อการทำความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน นอกจากการใช้งานแล้ว วิธีการ WW ยังประสบปัญหาระบบรวน หรือ System Nervousness กล่าวคือการเปลี่ยนแปลงความต้องการเพียงเล็กน้อยภายหลังการคำนวณครั้งแรกส่งผลทำให้ช่วงเวลาสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อเปลี่ยนแปลงอย่างมากในการคำนวณครั้งถัดมา

จากข้อจำกัดดังกล่าว Silver and Meal [4] ได้นำเสนอวิธีการ “Silver-Meal Method (SM)” ซึ่งปรับปรุงจากวิธี WW ในปี 1973 โดยจะพิจารณาหาปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลารวมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่อช่วงเวลาต่ำที่สุด ส่งผลให้วิธีการนี้รู้จักในอีกชื่อหนึ่งว่า “Least Period Cost” มีหลักการคิดดังนี้

$$c_n = \frac{1}{n}\left(o + hd_2 + 2hd_3 + \ldots + (n-1)hd_n\right)$$

โดยที่

c_n = ต้นทุนเฉลี่ยของการสั่งซื้อสินค้า n งวด
o = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบ (บาทต่อครั้ง)
h = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาทต่อหน่วยต่อช่วงเวลา)
d = ปริมาณความต้องการสินค้า

โดยจะสิ้นสุดการคำนวณเมื่อ $c_{n+1} > c_n$ และจะทำการเริ่มคำนวณใหม่ในงวดที่ $n + 1$ จนกระทั่งถึงงวดสุดท้ายของการวางแผนสั่งซื้อ

หลังจากนั้นก็ได้มีผู้นำเสนอวิธีการสั่งซื้ออีกหลายวิธีโดยมีเป้าหมายที่จะลดขั้นตอนการคำนวณที่ซับซ้อนเช่นเดียวกับวิธีการ SM โดยวิธีการสั่งซื้อที่เป็นที่นิยมในการศึกษาได้แก่ วิธีการ Least Unit Cost (LUC) ซึ่งจะคล้ายกับวิธีการ SM จะแตกต่างกันคือวิธี LUC จะพิจารณาหาปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลารวมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่อหน่วยต่ำที่สุด อีกวิธีหนึ่งคือวิธีการ Period Order Quantity (POQ) ซึ่งจะเป็นการหาช่วงเวลาการสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากจำนวนช่วงเวลาโดยเฉลี่ยที่ปริมาณ EOQ คลอบคลุมถึง โดยมีสมการดังนี้

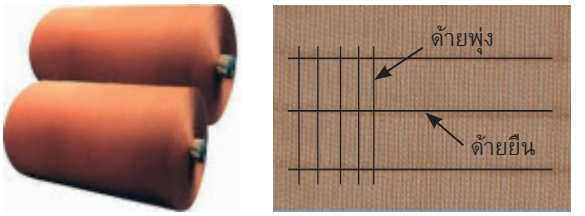
$$N = \frac{EOQ}{D} \quad \text{(หากมีเศษให้ปัดขึ้น)}$$

N = จำนวนช่วงเวลาโดยเฉลี่ย
EOQ = ขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด
D = ความต้องการใช้โดยเฉลี่ยต่อช่วงเวลา

อีกวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้คือวิธีการ Part Period Balancing (PPB) ซึ่งจะพิจารณาปริมาณสั่งซื้อที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและจัดเก็บมีค่าใกล้เคียงกัน

วิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน โดยมีนักวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของ Lot Sizing Method เช่น Nydick and Weiss [5] แนะนำให้ใช้วิธี PPB และ SM เนื่องจากวิธีทั้ง 2 นี้ไม่มีผลกระทบหากทำการวางแผนจำนวนหลายคาบเวลา เป็นต้น

วิธีการที่กล่าวมาเป็นวิธีที่นิยมอย่างแพร่หลายในงานด้านอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งแต่ละวิธีจะเหมาะสม



รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์ผ้าใบไทร์คอร์ด

รูปที่ 2 สารเคมีที่ใช้ในการผสมน้ำยาชุบผ้าใบ

กับวัตถุดิบที่มีรูปแบบความต้องการที่แตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมกับวัตถุดิบประเภทสารเคมีที่ใช้ในโรงงานกรณีศึกษา

3. โรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตผ้าใบไทร์คอร์ด ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตยางสำหรับยานพาหนะต่างๆ เช่น รถยนต์นั่ง รถจักรยานยนต์และรถบรรทุก เป็นต้น ผ้าใบไทร์คอร์ดผลิตจากเส้นใยสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติทนแรงดึงสูง เรียงขนานกันเป็นเส้นด้ายยืน (Warp Yarn) และมีด้ายพุ่ง (Weft Yarn) จับยึดด้ายยืนให้อยู่กับที่เป็นระยะๆ ดังแสดงในรูปที่ 1

เพื่อเข้าใจถึงความสำคัญของวัตถุดิบในโรงงานกรณีศึกษา ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงกระบวนการผลิตของผ้าใบไทร์คอร์ด ดังต่อไปนี้

1) กระบวนการตีเกลียว (Twisting Process) เป็นการนำเส้นใยสังเคราะห์ 2 เส้นมาทำการตีเกลียวเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับเส้นใย

2) กระบวนการทอผ้าใบ (Weaving Process) คือ การนำเส้นใยที่ตีเกลียวแล้วมาทำการทอเป็นผืนผ้าใบ

3) กระบวนการชุบผ้าใบ (Dipping Process) คือ การนำผืนผ้าใบมาชุบน้ำยา ผ่านการอบด้วยความร้อนและแรงดึง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับเส้นใย

กระบวนการผลิตผ้าใบไทร์คอร์ดต้องการวัตถุดิบ 3 ชนิดได้แก่ เส้นใยสังเคราะห์ (Yarn) ด้ายพุ่ง (Fill in Yarn) และสารเคมี (Chemical) โดยวัตถุดิบที่ทำการศึกษาคือ สารเคมี ซึ่งใช้ในการผสมน้ำยาชุบผ้าใบ โดยสารเคมีจะบรรจุอยู่ในภาชนะหลากหลาย ดังแสดงในรูปที่ 2 เมื่อพิจารณามูลค่าคงคลังพบว่าสารเคมีมีมูลค่าคงคลังสูงเป็นอันดับที่ 2 ของมูลค่าวัตถุดิบคงคลังรวม

สารเคมีที่ใช้ในโรงงานตัวอย่างมีทั้งหมด 12 ชนิด โดยชื่อของสารเคมีจะแทนด้วยตัวอักษร A ถึง L และชื่อผู้ขายจะแทนด้วยรหัสมาตรฐานสากลของแต่ละประเทศพร้อมหมายเลขกำกับ สารเคมีทั้งหมดสามารถแบ่งตามการจัดซื้อออกเป็น สารเคมีที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ และสารเคมีที่สั่งซื้อภายในประเทศ ซึ่งมีจำนวน 7 และ 5 ชนิด ตามลำดับ

สารเคมีที่สั่งซื้อจากต่างประเทศจะทำการขนส่งทางเรือ ส่วนสารเคมีที่สั่งซื้อภายในประเทศจะทำการขนส่งทางรถบรรทุก สารเคมีแต่ละชนิดมีปริมาณความต้องการใช้และราคาต่อหน่วยที่แตกต่างกัน สรุปข้อมูลทั่วไปของสารเคมีทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปข้อมูลทั่วไปของสารเคมีแต่ละชนิด

สารเคมี	ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือน (ตัน)			สัดส่วนราคาต่อหน่วย*
	Avg.	Max.	Min.	
A-FRA1	101.8	109.8	79.8	4.1
B-JPN1	24.6	29.1	18.1	3.6
C-SUI1	7.1	8.6	5.0	19.1
D-USA1	7.4	9.2	5.1	6.7
E-JPN2	4.2	4.7	3.5	9.5
F-JPN3	2.1	4.0	0.7	20.0
G-USA2	1.0	1.9	0.5	17.5
H-THA1	7.3	8.3	0.6	1.2
I-THA2	4.5	5.4	3.7	1.0
J-THA3	3.1	7.8	1.1	4.7
K-THA4	1.2	1.5	0.9	14.7
L-THA5	0.3	0.3	0.2	1.5

* สัดส่วนราคาต่อหน่วย เมื่อเทียบกับสารเคมีที่ราคาต่ำที่สุดคือ I-THA2

ค่าใช้จ่ายในการจัดการสารเคมีคงคลังของโรงงานกรณีศึกษา มีดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) ประกอบด้วย

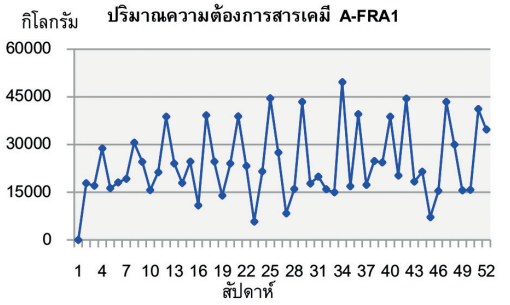
- ค่าวัสดุในการสั่งซื้อ 72 บาทต่อครั้ง
- ค่าใช้จ่ายพิธีการศุลกากร 2,500 บาทต่อครั้ง (เฉพาะกรณีสั่งซื้อจากต่างประเทศ)
- ค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากท่าเรือมายังโรงงานเฉลี่ย 7,500 บาท (กรณีสั่งซื้อจากต่างประเทศ)
- ค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากโรงงานของผู้ผลิตมายังโรงงานเฉลี่ย 3,500 บาท (กรณีสั่งซื้อภายในประเทศ)

2) ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ (Holding Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่แปรผันตามปริมาณการจัดเก็บและเวลาในการจัดเก็บ ซึ่งในกรณีของโรงงานกรณีศึกษาจะเป็นส่วนของต้นทุนของเงินทุน (Capital Costs) กล่าวคือเป็นการเสียโอกาสในการนำเงินส่วนที่นำมาซื้อสารเคมีเพื่อจัดเก็บนั้นไปทำกำไรให้กับบริษัท ซึ่งจากการศึกษาผลกำไรขั้นต้น (Gross Profit Margin) ของอุตสาหกรรมในกลุ่มสิ่งทอเพื่อยานยนต์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ [6],[7] พบว่ามีค่าเฉลี่ยของผลกำไรขั้นต้นอยู่ที่ 12.8% หรือคิดเป็น 0.25% ต่อสัปดาห์ (52 สัปดาห์/ปี) (ผลกำไรขั้นต้นอยู่ระหว่าง 9.8%-15.8%)

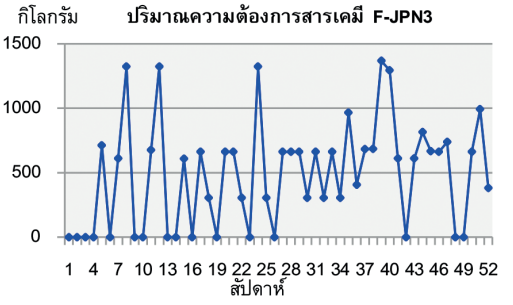
สำหรับค่าใช้จ่ายในการขาดสารเคมี (Stock Out Cost) นั้นไม่นำมาพิจารณา เนื่องจากโรงงานไม่ยินยอมให้เกิดขึ้น ดังนั้นสามารถสรุปค่าใช้จ่ายของสารเคมีแต่ละชนิดได้ดัง ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปค่าใช้จ่ายของสารเคมีแต่ละชนิด

สารเคมี	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ	ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ
A-FRA1	72+2,500+7,500 = 10,072 บาทต่อครั้ง	0.25% ของราคาสารเคมีต่อหน่วย (บาท/กิโลกรัม/สัปดาห์)
B-JPN1		
C-SUI1		
D-USA1		
E-JPN2		
F-JPN3		
G-USA2		
H-THA1	72+3,500 = 3,572 บาทต่อครั้ง	
I-THA2		
J-THA3		
K-THA4		
L-THA5		



(ก)



(ข)

รูปที่ 3 ปริมาณความต้องการสารเคมีต่อสัปดาห์ของ (ก) สารเคมี A-FRA1 และ (ข) สารเคมี F-JPN3

4. การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลแผนปริมาณความต้องการสารเคมีแต่ละชนิด ที่อาศัยแผนการผลิตผ้าใบไทร์คอร์ดในปี พ.ศ. 2553 จำนวน 52 สัปดาห์ ซึ่งพบว่ารูปแบบความต้องการมีความแกว่งตัวระหว่างสัปดาห์ค่อนข้างสูง เนื่องจากรูปแบบการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา เป็นการผลิตเป็น Batch ใหญ่เพราะระบบการผลิตเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง

สารเคมีส่วนใหญ่มีปริมาณความต้องการอย่างสม่ำเสมอทุกสัปดาห์เช่น สารเคมี A-FRA1 แต่สารเคมีบางชนิดมีปริมาณความต้องการไม่สม่ำเสมอคือมีปริมาณความต้องการเป็นศูนย์หลายสัปดาห์ เช่นสารเคมี F-JPN3 ตัวอย่างข้อมูลความต้องการสารเคมี แสดงดังรูปที่ 3

ผู้วิจัยต้องการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของสารเคมีแต่ละชนิดโดยประยุกต์ใช้วิธีการสั่งซื้อ LFL, POQ, PPB, LUC และ SM ซึ่งนิยมใช้ในปัญหา Lot-Sizing

และทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีของแต่ละวิธีการสั่งซื้อกับวิธีการ WW ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด การคำนวณค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีดังกล่าวอาศัยโปรแกรมกึ่งสำเร็จรูปซึ่งทำงานในระบบ R/RStudio [8] และมีสมมติฐานในการคำนวณดังต่อไปนี้

- สารเคมีถูกส่งตามปริมาณที่กำหนดทั้งหมด
- ไม่มีปริมาณสารเคมีคงคลังที่เวลาเริ่มต้น
- ไม่มีข้อจำกัดด้านปริมาณสั่งซื้อขั้นต่ำ

สรุปผลค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีของสารเคมีแต่ละชนิด จากวิธีการสั่งซื้อแต่ละวิธีที่ได้จากการคำนวณ แสดงดังตารางที่ 3 โดยแสดงในรูปของสัดส่วนของค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีของแต่ละวิธีการสั่งซื้อ ต่อค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีของวิธี WW ยกตัวอย่างเช่น สารเคมี A-FRA1 เมื่อใช้วิธี LFL ในการสั่งซื้อ จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมี มีค่าสูงกว่าวิธี WW เท่ากับ 1.53 เท่า เป็นต้น

ตารางที่ 3 ค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีของสารเคมีแต่ละชนิด จากวิธีการสั่งซื้อแต่ละวิธี*

Chemical Name	LFL	POQ	PPB	LUC	SM
A-FRA1	1.53	1.14	1.08	1.15	1.03
B-JPN1	2.92	1.13	1.13	1.06	1.01
C-SUI1	2.45	1.12	1.06	1.17	1.02
D-USA1	3.72	1.18	1.13	1.23	1.06
E-JPN2	3.90	1.08	1.03	1.11	1.07
F-JPN3	2.94	1.09	1.09	1.01	1.03
G-USA2	3.57	1.09	1.15	1.08	1.20
H-THA1	4.56	1.00	1.00	1.05	1.01
I-THA2	6.84	1.06	1.02	1.03	1.04
J-THA3	4.32	1.14	1.10	1.07	1.02
K-THA4	3.59	1.10	1.08	1.042	1.043
L-THA5	15.65	1.010	1.012	1.011	1.19

* แสดงในรูปของสัดส่วนของค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีของแต่ละวิธีต่อวิธี WW

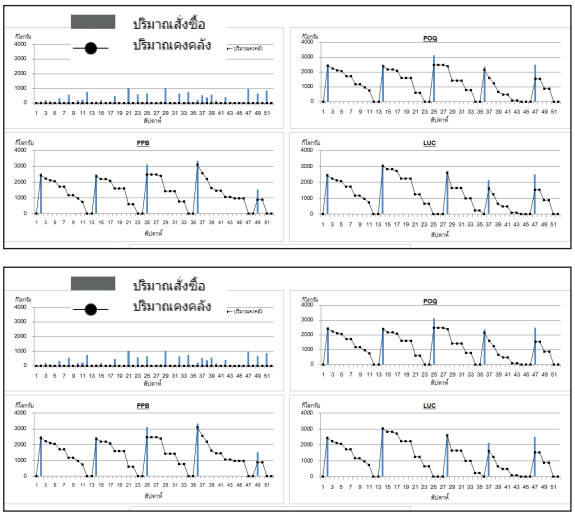
จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าวิธี SM เหมาะกับสารเคมีจำนวน 6 ชนิด เช่นสารเคมี A-FRA1 ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีใกล้เคียงกับวิธี WW มากที่สุด โดยมีค่าสูงกว่าวิธี WW เท่ากับ 1.03 เท่า หรือ 3% ส่วนสารเคมีอีก 6 ชนิดเหมาะสมกับวิธีการอื่น เช่นสารเคมี

รูปที่ 4 ปริมาณความต้องการสารเคมีต่อสัปดาห์ของสารเคมี G-USA2

G-USA2 เหมาะสมกับวิธี LUC เนื่องจากเป็นสารเคมีที่ปริมาณความต้องการไม่สม่ำเสมอโดยมีปริมาณความต้องการเป็นศูนย์อยู่ถึง 22 สัปดาห์ (แสดงดังรูปที่ 4) และมีค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสูงเนื่องจากมีมูลค่าต่อหน่วยสูง (จากตารางที่ 1) ซึ่งวิธี LUC จะใช้การพิจารณาค่าใช้จ่ายแปรผันเฉลี่ยต่อหน่วยในการตัดสินใจสั่งซื้อ ซึ่งจะได้ค่าที่เหมาะสมกว่าวิธี SM ที่พิจารณาค่าใช้จ่ายผันแปรเฉลี่ยต่อรอบการสั่งซื้อ โดยวิธีการ LUC จะทำการสั่งซื้อเพียง 5 รอบทำให้ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อเท่ากับ 50,360 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บเท่ากับ 41,430 บาท ซึ่งผลรวมของค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีเท่ากับ 91,790 บาท เมื่อเทียบกับวิธีการ SM ที่ทำการสั่งซื้อถึง 8 รอบทำให้ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสูงถึง 80,576 บาท ถึงแม้ว่าจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บเท่ากับ 21,352 บาท แต่ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการจัดการสารเคมีจะเท่ากับ 101,928 บาท ซึ่งสูงกว่าวิธี LUC 10,138 บาท สรุปผลการเปรียบเทียบดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 5 แสดงปริมาณการสั่งซื้อและปริมาณคงคลังในแต่ละช่วงเวลาของสารเคมี G-USA2

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์ของสารเคมี G-USA2

	LUC	SM
จำนวนครั้งการสั่งซื้อ	5	8
ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (บาท)	50,360	80,576
ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ (บาท)	41,430	21,352
ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)	91,790	101,928
สัดส่วนค่าใช้จ่ายรวม	1.08	1.20



รูปที่ 5 ปริมาณการสั่งซื้อและปริมาณคงคลังของสารเคมี G-USA2 ของวิธี LUC และ SM

จากตารางที่ 3 จะสามารถสรุปวิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีแต่ละชนิดใกล้เคียงกับวิธีที่สุด แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปวิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับสารเคมีแต่ละชนิด

Chemical	Method
A-FRA1	SM
B-JPN1	SM
C-SUI1	SM
D-USA1	SM
E-JPN2	PPB
F-JPN3	LUC

Chemical	Method
G-USA2	LUC
H-THA1	SM
I-THA2	PPB
J-THA3	SM
K-THA4	LUC
L-THA5	POQ

5. การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีคือค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทั้งสอง ที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายรวมของสารเคมีที่ใช้วิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมแล้ว ซึ่งจะวิเคราะห์โดยทำการปรับค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บเพิ่มขึ้นและลดลงครั้งละ 20 และ 50% ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7 ซึ่งจะแสดงค่าใช้จ่ายรวมของสารเคมี ที่คำนวณโดยใช้วิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมกับสารเคมีแต่ละชนิด ที่ได้จากการศึกษาในหัวข้อที่ 4 ซึ่งแสดงในรูปของสัดส่วนของค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมี ต่อค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการสารเคมีของวิธี WW

ตารางที่ 6 ค่าใช้จ่ายรวมของสารเคมี เมื่อค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อเปลี่ยนแปลง

Chemical Name	-50%	-20%	0%	+20%	+50%
A-FRA1	1.00	1.03	1.03	1.04	1.04
B-JPN1	1.09	1.04	1.01	1.05	1.04
C-SUI1	1.04	1.01	1.02	1.05	1.05
D-USA1	1.04	1.04	1.06	1.03	1.05
E-JPN2	1.03	1.00	1.03	1.04	1.06
F-JPN3	1.07	1.06	1.01	1.05	1.01
G-USA2	1.20	1.07	1.08	1.22	1.10
H-THA1	1.00	1.04	1.01	1.08	1.01
I-THA2	1.02	1.02	1.02	1.03	1.06
J-THA3	1.03	1.02	1.02	1.09	1.07
K-THA4	1.05	1.00	1.04	1.02	1.03
L-THA5	1.18	1.02	1.01	1.08	1.20

ตารางที่ 7 ค่าใช้จ่ายรวมของสารเคมี เมื่อค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บเปลี่ยนแปลง

Chemical Name	-50%	-20%	0%	+20%	+50%
A-FRA1	1.03	1.05	1.03	1.02	1.01
B-JPN1	1.00	1.05	1.01	1.04	1.04
C-SUI1	1.00	1.05	1.02	1.02	1.03
D-USA1	1.09	1.04	1.06	1.04	1.03
E-JPN2	1.00	1.05	1.03	1.00	1.00
F-JPN3	1.04	1.05	1.01	1.06	1.13
G-USA2	1.17	1.21	1.08	1.07	1.18
H-THA1	1.06	1.08	1.01	1.03	1.01
I-THA2	1.06	1.01	1.02	1.02	1.03
J-THA3	1.03	1.09	1.02	1.02	1.02
K-THA4	1.04	1.03	1.04	1.00	1.02
L-THA5	1.36	1.09	1.01	1.02	1.00

จากตารางที่ 6 และตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าหากค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บมีการเปลี่ยนแปลงจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายรวม เนื่องจากจะทำให้ขนาดการสั่งซื้อและจำนวนครั้งของการสั่งซื้อแตกต่างจากสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งสารเคมีบางชนิดหากค่าใช้จ่าย

ในการสั่งซื้อหรือค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บลดลง 50% จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมใกล้เคียงกับวิธี WW มากเช่น A-FRA1, B-JPN1, C-SUI1, E-JPN2 และ H-THA1 แต่กลับส่งผลให้ค่าใช้จ่ายรวมของสารเคมีบางชนิดเพิ่มขึ้นมากเช่น G-USA2 และ L-THA5 ดังนั้นในสภาวะของการทำงานจริง ค่าใช้จ่ายรวมของการจัดการสารเคมีอาจมีโอกาสเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ หากเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านค่าใช้จ่าย 2 ชนิดนี้

6. สรุป

การแก้ปัญหาด้านการหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสม (Lot Sizing Problem) สำหรับวัตถุดิบที่มีปริมาณความต้องการที่ไม่คงที่ แต่ทราบค่าที่แน่นอน มีหลากหลายวิธี จุดประสงค์หลักคือเพื่อช่วยให้การวางแผนด้านวัตถุดิบคงคลัง มีค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการต่ำที่สุด ถึงแม้ว่าจะมีวิธีที่สามารถให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดอย่างวิธี Wager-Whitin (WW) แต่ด้วยความซับซ้อนของขั้นตอนการคำนวณทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน อีกทั้งยังมีข้อจำกัดด้านการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลคือหากมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการเพียงเล็กน้อยภายหลังการคำนวณครั้งแรกส่งผลทำให้ปริมาณการสั่งซื้อเปลี่ยนแปลงอย่างมากในการคำนวณครั้งถัดมา ทำให้วิธีนี้ไม่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการทำงานจริง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำหลักการของวิธี Lot-For-Lot (LFL), Period Order Quantity (POQ), Part Period Balancing (PPB), Least Unit Cost (LUC), และ Silver-Meal (SM) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้แพร่หลายในอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้และเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีที่เหมาะสมที่สุดอย่าง Wager-Whitin (WW) เพื่อเลือกวิธีการที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมใกล้เคียงกับค่าผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี WW มากที่สุด สำหรับสารเคมีทั้ง 12 ชนิดของโรงงานตัวอย่าง ซึ่งพบว่าสารเคมีจำนวน 6 ชนิดเหมาะสมกับวิธี SM, 3 ชนิดเหมาะสมกับวิธี LUC, 2 ชนิดเหมาะสมกับวิธี PPB และอีก 1 ชนิดเหมาะสมกับวิธี POQ ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของสารเคมีแตกต่างจากวิธี WW ไม่เกิน 8% แต่หากพิจารณาถึงความสะดวกในการทำงานจริง อาจกำหนดวิธีการสั่งซื้อเพียง 2 วิธีคือ วิธี LUC สำหรับสารเคมี F-JPN3, G-USA2 และ L-THA5 เท่านั้น ส่วนสารเคมีที่เหลือควรใช้วิธี SM ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของสารเคมีเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือแตกต่างจากวิธี WW ไม่เกิน 11% ส่วนการวิเคราะห์ความไวของปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและการจัดเก็บที่เปลี่ยนแปลงไป ในช่วงไม่เกิน 50% พบว่าจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายรวมเปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงบวกและเชิงลบ

อย่างไรก็ตามวิธีการสั่งซื้อที่ได้จากการวิจัยนี้อาจจะไม่เหมาะสม หากผู้ขายมีการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อขั้นต่ำ ซึ่งจะทำให้ปริมาณการสั่งซื้อสูงขึ้นและมากกว่าความต้องการใช้ในช่วงเวลานั้นๆ ซึ่งจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บเพิ่มขึ้น เนื่องจากสินค้าคงคลังที่เพิ่มมากขึ้น และในงานวิจัยนี้ไม่ได้ศึกษาผลกระทบจากความแปรปรวนของเวลานำในการสั่งซื้อ ซึ่งจะส่งผลต่อระดับวัสดุคงคลังสำรอง และจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายการจัดเก็บเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] W. Sakon and R. Bordin, “The Determination of High Cost and Low Cost Spare Parts by Using the Comparison between EOQ Model and Lot-for-Lot Inventory Model: A Case Study of Slow Moving Item,” in *Proceedings of 2011 International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering*, 2011, pp. 115-122.

[2] F.W. Harris, “Haw many parts to make at once,” *The Magazine of Management*, vol. 10, pp. 135-136, 1993.

[3] H.M. Wagner and T.M. Whitin, “Dynamic version of the economic lot size model,” *Management Science*, vol. 50, pp. 1770-1777, 2004.

[4] E.A. Silver and H.C. Meal, “A Heuristic for selecting lot size requirements for the case

of a deterministic time-varying demand rate and discrete opportunities for replenishment," *Production and Inventory Management*, vol. 14, pp. 64-74, 1973.

[5] R.L Nydick and H.J. Weiss, "An Evaluation of Variable-Demand Lot-Sizing Techniques," *Production and Inventory Management Journal*, vol. 30, no. 4, pp. 41-44, 1989.

[6] Annual Report 2012. (2013, September 30). [Online]. Available: http://www.toray.co.th/ltx/shereholder/pdf/ARLuckytex_2012_new.pdf

[7] Annual Report 2012. (2013, September 30). [Online] Available: http://www.kordsaglobal.com/media/down loads/faaliyet_raporlari/2012_annual_report.pdf pdf

[8] An Introduction to R. (2013, January 20). [Online]. Available: http://cran.r-project.org/doc/manuals/R-intro.html