การวางแผนพัสดุคงคลังที่ทดแทนกันได้

INVENTORY PLANNING FOR SUBSTITUTABLE MATERIALS.

นพพล รัตนบุรี[1*], มาโนช โลหเตปานนท์[2]
[1] บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย
[2]สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย
[*]Corresponding author address: Noppon_rattanaburi@outlook.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษารูปแบบการใช้พัสดุชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทดแทนกันได้ พัสดุตะกั่วถ่วงล้อรถยนต์ โดยการกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุของมูลค่าพัสดุจากทางเลือกที่ทำให้ต้นทุนการใช้ต่อครั้งถูกที่สุดเพื่อกำหนดนโยบายการสั่งซื้อพัสดุ ด้วยนโยบายการสั่งซื้อคงที่แบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ นโยบายการสั่งซื้อคงที่แบบไม่กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ นโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่แบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ และนโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่แบบไม่กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ เพื่อแก้ปัญหาพัสดุคงคลังสูงเกินกว่าปริมาณความต้องการพัสดุอันเนื่องมาจากระบบแสดงปริมาณความต้องการพัสดุกับปริมาณความต้องการพัสดุที่แท้จริงไม่สอดคล้องกัน โดยกำหนดตัวชี้วัดดังนี้ ระดับพัสดุคงคลังสิ้นงวด ระดับการเติมเต็มพัสดุ และต้นทุนรวมของพัสดุ ผลการศึกษาพบว่า นโยบายการสั่งซื้อคงที่แบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ มูลค่าพัสดุคงคลังลดลง 13.99% ระดับการเติมเต็มพัสดุที่ 89.5% และต้นทุนรวมลดลง 5.5% นโยบายการสั่งซื้อคงที่แบบไม่กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ มูลค่าพัสดุคงคลังลดลง 15.40% ระดับการเติมเต็มพัสดุที่ 91.5% และต้นทุนรวมลดลง 9.1% นโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่แบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ มูลค่าพัสดุคงคลังลดลง 12.49% ระดับการเติมเต็มพัสดุที่ 96% และต้นทุนรวมลดลง 10.5% และนโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่แบบไม่กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ มูลค่าพัสดุคงคลังลดลง 10.92% ระดับการเติมเต็มพัสดุที่ 94.6% และต้นทุนรวมลดลง 8.5% ดังนั้นนโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่แบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุสามารถตอบสนองได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: *ชิ้นส่วนยานยนต์, พัสดุคงคลัง, พัสดุทดแทนกันได้*

Abstract

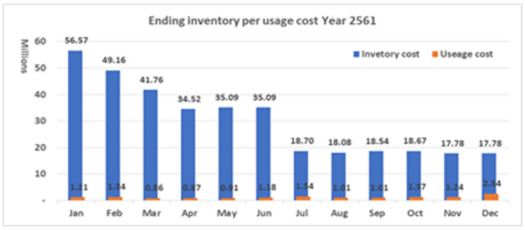
This research studies the utilization pattern of the alternative material used for automobile, Lead Wheel Weights, by determining the utilization pattern of the alternative material that yields the lowest unit cost per each usage in order to determine the order policy. The methods include the Fixed-order Policy with the determined material utilization pattern, the Fixed-order Policy with non-determined material utilization pattern to mitigate the excess of inventory. Such problem is a result from the inconsistency between the system requirement of inventory and the actual requirement of inventory. The non-fixed order Policy with determined material utilization pattern and the non-fixed order Policy with non-determined material utilization pattern. The indicators include the Ending Inventory, Fill Rate and Total Cost of Inventory. The research has indicated that the Fixed-order Policy with the determined material utilization pattern yields 13.99% reduction of inventory holding cost with the fill rate of 89.5% and 5.5% reduction of the total cost. The Fixed-order Policy with non-determined material utilization pattern yields 15.40% reduction of inventory holding cost with the rate of 91.5% and 9.1% reduction of the total cost. The non-fixed order policy with the determined pattern of material utilization yields 12.49% reduction of inventory holding cost with the fill rate of 96% and 10.05% reduction of total cost. And, the non-fixed order policy with non-determined material utilization pattern yields 10.92% reduction of inventory holding cost with the fill rate of 94.6% and 8.5% reduction of total cost. Therefore; the non-fixed order policy with the determined material utilization pattern can best meet the objectives.

Keywords: *Inventory, Planning, Substitutable material.*

1. บทนำ

กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมยานยนต์ ประกอบด้วยชิ้นส่วนการผลิตจำนวนประมาณ 30,000 ชิ้นต่อคัน เริ่มตั้งแต่โครงสร้างตัวถังรถ (Body Structure) การพ่นสีตัวถัง (Body Paint) และการประกอบตกแต่ง (Assembly) ที่มา: บริษัทโตโยต้า ไดฮัทสุ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด ในกระบวนการ

ประกอบนั้นมีทั้งชิ้นส่วนที่สามารถกำหนดจำนวนชิ้นการใช้ต่อคันได้ เช่น เครื่องยนต์ 1 เครื่องต่อคัน ล้อรถยนต์ 5 ล้อ (รวมล้ออะไหล่) ต่อคัน เป็นต้น และชิ้นส่วนที่ไม่สามารถกำหนดจำนวนชิ้นการใช้ต่อคัน เช่น ตะกั่วถ่วงล้อรถยนต์ ขึ้นอยู่กับน้ำหนักล้อรถยนต์ล้อนั้น ๆ ที่ทำการถ่วงน้ำหนักเพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักที่เป็นไปตามมาตรฐานและความปลอดภัย โดยมีค่าน้ำหนักรวมที่ใช้สำหรับถ่วงน้ำหนักได้ตั้งแต่ 5 กรัม ถึง 90 กรัม ดังนั้นพัสดุคงคลังไม่สามารถกำหนดจำนวนการใช้ต่อคันได้ของพัสดุตะกั่วถ่วงล้อรถยนต์ที่มีขนาดและน้ำหนักให้สามารถเลือกใช้ได้ ทั้งชนิดแปะ ชนิดตอกขนาดสั้นและขนาดยาว น้ำหนักตั้งแต่ 5 กรัม ถึง 60 กรัม จำนวน 26 รายการ ส่งผลให้บริษัทกรณีศึกษาซึ่งเป็นบริษัทผลิตและจำหน่ายรถยนต์ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยนำเข้าพัสดุตะกั่วถ่วงล้อจากต่างประเทศ มีพัสดุคงคลังสูงถึง 56 ล้านบาท แต่มีปริมาณการใช้พัสดุจริงที่ 1.2 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2561 ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 ปริมาณพัสดุคงคลังต่อปริมาณการใช้ ปี 2561 ที่มา: บริษัทกรณีศึกษา

ปริมาณพัสดุคงคลังที่ไม่สอดคล้องต่อปริมาณการใช้เกิดจากระบบการควบคุมปริมาณการใช้ที่แสดงความต้องการพัสดุผ่าน Bill of Material : BOM ได้กำหนดการใช้ทุกรายการจำนวน 1 ชิ้นต่อล้อ แต่การใช้งานจริงใช้ไม่เกิน 3 ชิ้นต่อล้อเท่านั้นขึ้นอยู่กับค่าน้ำหนักรวมที่ทำการถ่วงน้ำหนักล้อให้เป็นไปตามมาตรฐานและความปลอดภัย ทำให้การใช้พัสดุจริงกับพัสดุในระบบไม่ตรงกัน ส่งผลต่อการบริหารจัดการพัสดุคงคลังที่จำนวนพัสดุคงคลังในระบบมีน้อยกว่าจำนวนพัสดุคงคลังจริง จึงกระทบต่อระบบออกคำสั่งซื้อพัสดุเพื่อเติมเต็มจากปริมาณพัสดุคงคลังคงเหลือในระบบ โดยปัจจุบันทางบริษัทได้ยกเลิกระบบควบคุมปริมาณการใช้ด้วยการแสดงความต้องการผ่าน Bill of Material : BOM แล้ว แต่ยังไม่สามารถกำหนดจำนวนการใช้ที่แท้จริงจากแผนการผลิตที่ได้รับมาจากฝ่ายขาย ทำให้เกิดการพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนที่ผิดพลาด ยังคงมีปริมาณพัสดุคงคลังเกินประมาณความต้องการใช้ โดยมีมูลค่าพัสดุคงคลังเฉลี่ยที่ 27 ล้านบาทต่อปีในปี 2561 ซึ่งการมีพัสดุคงคลังสูงทำให้เกิดต้นทุนที่สูงขึ้นตามไปด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอ รูปแบบการใช้พัสดุสำหรับถ่วงน้ำหนักของค่าน้ำหนักรวมที่ต้องการให้มีต้นทุนที่ต่ำที่สุดตามเงื่อนไขการใช้พัสดุที่กำหนด โดยการประยุกต์ใช้ IP Optimal Solution ด้วยโปรแกรม Excel Solver สำหรับการกำหนดข้อจำกัดในการเลือกใช้พัสดุเพื่อนำไปสู่การพยากรณ์ความต้องการใช้พัสดุตามแผนการผลิตที่ได้รับจากฝ่ายขาย และกำหนดเป็นนโยบายการเติมเต็มพัสดุคงคลัง (Inventory Replenishment) โดยมีวัตถุประสงค์ในการนำเสนอวิธีการบริหารพัสดุที่ทดแทนกันได้เพื่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้า และมีต้นทุนการจัดการพัสดุที่ต่ำที่สุด ประกอบด้วย ต้นทุนการสั่งซื้อ (Ordering Cost) ต้นทุนการจัดเก็บ (Holding Cost) และต้นทุนค่าร้างพัสดุ (Shortage Cost) โดยการสร้างแบบจำลองเพื่อลดต้นทุนการบริหารพัสดุภายใต้เงื่อนไขการให้บริการที่ลูกค้ากำหนด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bitran and Dasu [1] นำเสนอวิธีการ Optimal Solution โดยการเปรียบเทียบสินค้าทดแทนกันได้ในแต่ละชนิดกับต้นทุนรวมของสินค้าชนิดนั้น ๆ โดยพิจารณาจาก 3 เงื่อนไขดังนี้ คือ 1. Set-up Cost 2. Inventory Holding Cost และ 3. Substitution Cost เพื่อหาต้นทุนที่ต่ำที่สุด

ธิดา ฉานแสงทอง [2] ได้ศึกษาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของสินค้าที่ทดแทนกันได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้นำเสนอรูปแบบการใช้พัสดุจากการกำหนดทางเลือกที่ทำให้ต้นทุนต่ำที่สุดเพื่อนำไปกำหนดนโยบายพัสดุคงคลัง (Inventory Policy) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการบริหารพัสดุที่ทดแทนกันได้เพื่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่ระดับการให้บริการ 95% และมีต้นทุนการจัดการที่ต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนการสั่งซื้อ (Ordering Cost) ต้นทุนการจัดเก็บ (Holding Cost) และต้นทุนการร้างพัสดุ (Shortage Cost) โดยการสร้างแบบจำลองการสั่งซื้อ ซึ่งมีตัวชี้วัดดังนี้ คือ ระดับพัสดุคงคลังสิ้นงวด ระดับการเติมเต็มพัสดุที่ 95% และต้นทุนรวมที่ลดลง

ปวีณา เชาวลิตวงศ์ [3] ได้กล่าวถึงการบริหารพัสดุคงคลังและการสร้างแบบจำลองการสั่งซื้อไว้ในหนังสือ การกำหนดนโยบายพัสดุคงคลัง ได้แก่ แบบจำลองการสั่งซื้อคงที่ (Economic Order Quantity: EOQ) และแบบจำลองการสั่งซื้อไม่คงที่ (Order up-to Level: OUL) และ Samak-Kulkarni and Rajhans. [4] ได้ศึกษาแบบจำลองพัสดุคงคลังที่มีต้นทุนรวมต่ำที่สุดเช่นเดียวกัน

ศิริวัฒน์ รุ่งมณีรัตน์ [5] อ้างว่าการตัดสินใจในเบื้องต้นเกี่ยวกับวัสดุคงคลังมีอยู่ด้วยกัน 2 ประการคือ ควรจะสั่งซื้อเท่าไร และควรจะสั่งซื้อเมื่อใด โดยที่ตัวแบบการสั่งซื้อวัตถุดิบชนิดเดียวในหลายช่วงเวลา (Single Item with Multiple Periods) ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming) โดยมีการกำหนดให้เวลานำมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งสามารถดูความสัมพันธ์ได้ดังสมการ

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$Min\ Cost = \sum_{t=1}^{T}(s_t y_t + p_t x_t + h_t I_t) \quad (1)$$

ภายใต้เงื่อนไข

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

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

$$y_t = 1 \; if \; x_t > 0 \quad (4)$$

$$y_t = 0 \; if \; x_t = 0 \quad (5)$$

ความหมายของพารามิเตอร์ของแบบจำลองการตัดสินใจมีดังนี้

t = ช่วงเวลา; t = 1, 2, ..., T

T = ช่วงเวลาทั้งหมด

s_t = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง

p_t = ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบ

h_t = ค่าใช้จ่ายในการถือครองวัตถุดิบ

y_t = ค่าแสดงการสั่งซื้อโดยมีค่า 1 เมื่อมีการสั่งซื้อและมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ

x_t = ปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ t

I_t = วัตถุดิบคงคลังปลายงวดเวลาที่ t

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย

3.1. ศึกษารูปแบบการใช้พัสดุตะกั่วถ่วงล้อรถยนต์ จำนวน 26 รายการ ดังนี้

ตารางที่ 1 รายการพัสดุที่ทำการศึกษา

ลำดับ	รหัส	น้ำหนัก (กรัม)	ราคาต่อชิ้น	จำนวนชิ้นต่อกล่อง	ราคาต่อกล่อง (บาท)
1	A1	5	4	1,200	4,800
2	A2	10	6	800	4,800
3	A3	15	8	600	4,800
4	A4	20	9	400	3,600
5	A5	25	10	200	2,000
6	A6	30	11	200	2,200
7	A7	35	13	200	2,600
8	A8	40	16	200	3,200
9	A9	45	18	200	3,600
10	A10	50	20	100	2,000
11	A11	55	21	100	2,100
12	A12	60	23	100	2,300
13	B1	5	3	700	2,100
14	B2	10	6	600	3,600
15	B3	15	7	400	2,800
16	B4	20	10	300	3,000
17	B5	25	11	250	2,750
18	B6	30	12	200	2,400
19	B7	35	13	150	1,950
20	C1	5	4	700	2,800
21	C2	10	8	600	4,800
22	C3	15	9	400	3,600
23	C4	20	10	300	3,000
24	C5	25	11	250	2,750
25	C6	30	12	200	2,400
26	C7	35	13	150	1,950

3.2 ศึกษาข้อกำหนดการใช้พัสดุตะกั่วถ่วงล้อแต่ละประเภท แต่ละค่าน้ำหนัก เพื่อนำไปกำหนดรูปแบบการใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐานและความปลอดภัย โดยมีลักษณะการใช้งานตะกั่วถ่วงล้อรถยนต์ที่ขึ้นอยู่กับค่าน้ำหนักรวมสำหรับถ่วงล้อรถยนต์ของค่าน้ำหนักที่ขาดหายไป โดยมีค่าน้ำหนักที่ 5 กรัม 10 กรัม 15 กรัม 20 กรัม 25 กรัม 30 กรัม 35 กรัม 40 กรัม 45 กรัม 50 กรัม 55 กรัม 60 กรัม 65 กรัม 70 กรัม 75 กรัม 80 กรัม 85 กรัม และ 90 กรัม รวม 18 ค่าน้ำหนักรวม และเงื่อนไขการเลือกใช้พัสดุดังนี้ ล้อแม็กประกอบด้วยพัสดุรหัส A และ B รวมไม่เกิน 3 ชิ้น และจะต้องมีพัสดุรหัส B อย่างน้อย 1 ชิ้น ของแต่ละค่าน้ำหนักรวม เช่น การถ่วงล้อแม็กที่ค่าน้ำหนักรวม 15 กรัม มี 5 ทางเลือก (Configurations) ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 ใช้พัสดุ A1 จำนวน 1 ชิ้น และพัสดุ B2 จำนวน 2 ชิ้น รวม 3 ชิ้น

ทางเลือกที่ 2 ใช้พัสดุ A2 จำนวน 1 ชิ้น และพัสดุ B1 จำนวน 1 ชิ้น รวม 2 ชิ้น

ทางเลือกที่ 3 ใช้พัสดุ A1 จำนวน 2 ชิ้น และพัสดุ B1 จำนวน 1 ชิ้น รวม 3 ชิ้น

ทางเลือกที่ 4 ใช้พัสดุ A1 จำนวน 1 ชิ้น และพัสดุ B2 จำนวน 1 ชิ้น รวม 2 ชิ้น

ทางเลือกที่ 5 ใช้พัสดุ B3 จำนวน 1 ชิ้น

จากเงื่อนไขการใช้พัสดุ สามารถกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุของล้อแม็กสำหรับการถ่วงล้อทั้ง 18 ค่าน้ำหนักรวมได้ 699 ทางเลือก (Configurations)

ตารางที่ 2 ทางเลือกแต่ละค่าน้ำหนักรวมสำหรับล้อแม็ก

Total weight	No. of Configuration	Total weight	No. of Configuration
5 กรัม	1	50 กรัม	49
10 กรัม	2	55 กรัม	53
15 กรัม	5	60 กรัม	57

Total weight	No. of Configuration	Total weight	No. of Configuration
20 กรัม	8	65 กรัม	63
25 กรัม	14	70 กรัม	67
30 กรัม	21	75 กรัม	68
35 กรัม	25	80 กรัม	67
40 กรัม	34	85 กรัม	65
45 กรัม	39	90 กรัม	61

สำหรับล้อกระทะ ใช้พัสดุรหัส C ไม่เกิน 3 ชิ้น ของแต่ละค่าน้ำหนักรวม เช่น การถ่วงค่าน้ำหนักรวมที่ 15 กรัม มี 3 ทางเลือก ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 ใช้พัสดุ C1 จำนวน 3 ชิ้น

ทางเลือกที่ 2 ใช้พัสดุ C2 จำนวน 1 ชิ้น และพัสดุ C1 จำนวน 1 ชิ้น รวม 2 ชิ้น

ทางเลือกที่ 3 ใช้พัสดุ C3 จำนวน 1 ชิ้น

จากเงื่อนไขการใช้พัสดุ สามารถกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุของล้อกระทะสำหรับการถ่วงล้อทั้ง 18 ค่าน้ำหนักรวมได้ 144 ทางเลือก (Configurations)

ตารางที่ 3 ทางเลือกแต่ละค่าน้ำหนักรวมสำหรับล้อกระทะ

Total weight	No. of Configuration	Total weight	No. of Configuration
5 กรัม	1	50 กรัม	10
10 กรัม	2	55 กรัม	10
15 กรัม	3	60 กรัม	10
20 กรัม	4	65 กรัม	9
25 กรัม	5	70 กรัม	9
30 กรัม	7	75 กรัม	6
35 กรัม	8	80 กรัม	5
40 กรัม	9	85 กรัม	4
45 กรัม	9	90 กรัม	3

3.3 ศึกษาการสั่งซื้อพัสดุคงคลัง (Inventory Replenishment) โดยการเปรียบเทียบระหว่างขนาดการสั่งที่ประหยัด (Economy of Quantity) กำหนดจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point) และระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย (Order up to Level: OUL)

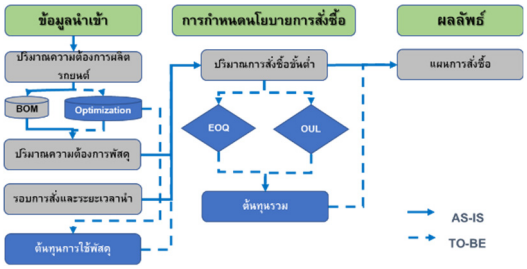
ขอบเขตด้านเวลา งานวิจัยครั้งนี้พิจารณาข้อมูลการใช้จริงในอดีต ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ช่วงดังนี้

1. ใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ในการออกแบบแบบจำลอง

2. ใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ในการทดสอบผล

4. ขั้นตอนการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 2 ส่วน คือ การกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ ด้วยวิธีการ Optimization และการสร้างแบบจำลองการสั่งซื้อพัสดุ โดยใช้ทฤษฎีการสั่งซื้อคงที่ (Economic Order Quantity: EOQ) และทฤษฎีการสั่งซื้อไม่คงที่ (Order up-to Level: OUL) โดยมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 2 แผนผังการดำเนินการวิจัย

ดังนั้นนโยบายที่ดำเนินการศึกษามี 4 นโยบาย ดังนี้

1. นโยบายการสั่งซื้อคงที่แบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ (กล่าวแทนด้วย นโยบายที่ 1)

2. นโยบายการสั่งซื้อคงที่แบบไม่กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ (กล่าวแทนด้วย นโยบายที่ 2)

3. นโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่แบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ (กล่าวแทนด้วย นโยบายที่ 3)

4. นโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่แบบไม่กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ (กล่าวแทนด้วย นโยบายที่ 4)

4.1. การกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ

ดำเนินการศึกษาจากเงื่อนไขการใช้พัสดุของแต่ละประเภทล้อรถยนต์ คือ ล้อแม็ก และล้อกระทะ เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) สำหรับการใช้พัสดุของแต่ละค่าน้ำหนักรวม 18 ค่าน้ำหนักรวม ที่ทำให้ต้นทุนค่าพัสดุถูกที่สุด ดังสมการต่อไปนี้ ต่อค่าน้ำหนักรวม

สมการ Objective Function ของพัสดุตะกั่วถ่วงล้อรถยนต์ที่ใช้สำหรับล้อแม็ก ต่อค่าน้ำหนักรวม

$$Minimize\ Cost = A1P_{A1} + A2P_{A2} + A3P_{A3} + A4P_{A4} + A5P_{A5} + A6P_{A6} + A7P_{A7} + A8P_{A8} + A9P_{A9} + A10P_{A10} + A11P_{A11} + A12P_{A12} + B1P_{B1} + B2P_{B2} + B3P_{B3} + B4P_{B4} + B5P_{B5} + B6P_{B6} + B7P_{B7} \quad (6)$$

Constrain

$$A1W1 + A2W + A3W3 + A4W4 + A5W5 + A6W6 + A7W7 + A8W8 + A9W9 + A10W10 + A11W11 + A12W12 + B1W1 + B2W2 + B3W3 + B4W4 + B5W5 + B6W6 + B7W7 = Total\ weight \quad (7)$$

$$A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6 + A7 + A8 + A9 + A10 + A11 + A12 + B1 + B2 + B3 + B4 + B5 + B6 + B7 \leq 3 \quad (8)$$

$$B1 + B2 + B3 + B4 + B5 + B6 + B7 > 0 \quad (9)$$

กำหนดให้

P = ราคาพัสดุ

A = รายการพัสดุตะกั่วชนิดแปะ

B = รายการพัสดุตะกั่วชนิดตอกขนาดสั้น

W = น้ำหนักของตะกั่วถ่วงล้อ

จากสมการ Objective Function ของพัสดุตะกั่วถ่วงล้อสำหรับล้อแม็กข้างต้นจะได้ผลลัพธ์สำหรับรูปแบบการใช้พัสดุ ทั้ง 18 ค่าน้ำหนักรวมที่มีต้นทุนต่ำที่สุดทั้งหมด 39 Configurations ซึ่งจะทำการปรับรูปแบบการใช้พัสดุของค่าน้ำหนักรวมที่มีต้นทุนต่ำสุดมากกว่า 1 Configuration ให้กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุของค่าน้ำหนักรวมนั้นเพียง 1 Configuration โดยเลือกจากรายการพัสดุที่ถูกเลือกใช้มากที่สุด สำหรับการนำไปสร้างแบบจำลองการสั่งซื้อ ดังนั้นรูปแบบการใช้พัสดุทั้งหมดจะมีเพียง 18 Configurations ซึ่งจะได้ผลลัพธ์การกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุสำหรับล้อแม็กตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รูปแบบการใช้พัสดุ แต่ละค่าน้ำหนักรวม สำหรับล้อแม็ก

น้ำหนักรวม	รายการพัสดุต่อชิ้น		จำนวนชิ้น (รวม)	ราคารวม (บาท)	หมายเหตุ
5 กรัม	B1		1	3	
10 กรัม	B2		1	6	
15 กรัม	B3		1	7	
20 กรัม	B4		1	10	*
25 กรัม	B5		1	11	
30 กรัม	B6		1	12	
35 กรัม	B7		1	13	
40 กรัม	A7	B1	2	16	
45 กรัม	A6	B3	2	18	
50 กรัม	A7	B3	2	20	*
55 กรัม	A4	B7	2	22	*
60 กรัม	A5	B7	2	23	*
65 กรัม	A6	A6 B1	3	25	*
70 กรัม	A7	B7	2	26	*
75 กรัม	A8	B7	2	29	*
80 กรัม	A9	B7	2	31	*
85 กรัม	A10	B7	2	33	*
90 กรัม	A11	B7	2	34	*

หมายเหตุ * มีมากกว่า 1 ทางเลือกที่ให้ราคาต่ำสุดเท่ากัน

สมการ Objective Function ของพัสดุตะกั่วถ่วงล้อรถยนต์ที่ใช้สำหรับล้อกระทะ ต่อค่าน้ำหนักรวม

$$Minimize\ Cost = C1P_{C1} + C2P_{C2} + C3P_{C3} + C4P_{C4} + C5P_{C5} + C6P_{C6} + C7P_{C7} \quad (10)$$

Constrain

$$C1W1 + C2W2 + C3W3 + C4W4 + C5W5 + C6W6 + C7W7 = Total\ weight \quad (11)$$

$$C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 \leq 3 \quad (12)$$

กำหนดให้

P = ราคาพัสดุ

C = รายการพัสดุตะกั่วชนิดตอกขนาดยาว

W = น้ำหนักของตะกั่วถ่วงล้อ

จากสมการ Objective Function ของพัสดุตะกั่วถ่วงล้อสำหรับล้อกระทะข้างต้น ได้ผลลัพธ์สำหรับรูปแบบการใช้พัสดุทั้ง 18 ค่าน้ำหนักรวมที่มีต้นทุนต่ำที่สุดทั้งหมด 32 Configurations ซึ่งจะทำการปรับรูปแบบการใช้พัสดุของค่าน้ำหนักรวมที่มีต้นทุนต่ำที่สุดมากกว่า 1 Configuration ให้กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุของค่าน้ำหนักรวมนั้นเพียง 1 Configuration โดยเลือกจากรายการพัสดุที่ถูกเลือกใช้มากที่สุด สำหรับการนำไปสร้างแบบจำลองการสั่งซื้อ ดังนั้นรูปแบบการใช้พัสดุทั้งหมดจะมีเพียง 18 Configurations ซึ่งจะได้ผลลัพธ์การกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุสำหรับล้อกระทะตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รูปแบบการใช้พัสดุ แต่ละค่าน้ำหนักรวม สำหรับล้อกระทะ

น้ำหนักรวม	รายการพัสดุต่อชิ้น	จำนวนชิ้น (รวม)	ราคารวม (บาท)	หมายเหตุ
5 กรัม	C1	1	4	
10 กรัม	C2	1	8	*

น้ำหนักรวม	รายการพัสดุต่อชิ้น	จำนวนชิ้น (รวม)	ราคารวม (บาท)	หมายเหตุ
15 กรัม	C3	1	9	
20 กรัม	C4	1	10	
25 กรัม	C5	1	11	
30 กรัม	C6	1	12	
35 กรัม	C7	1	13	
40 กรัม	C1 C7	2	17	
45 กรัม	C1 C1 C7	3	21	
50 กรัม	C3 C7	2	22	*
55 กรัม	C5 C6	2	23	*
60 กรัม	C6 C6	2	24	*
65 กรัม	C6 C7	2	25	
70 กรัม	C7 C7	2	26	
75 กรัม	C1 C7 C7	3	30	
80 กรัม	C4 C6 C6	3	34	*
85 กรัม	C5 C6 C6	3	35	*
90 กรัม	C5 C6 C7	3	36	*

หมายเหตุ * มีมากกว่า 1 ทางเลือกที่ให้ราคาต่ำสุดเท่ากัน

จากการกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุแต่ละค่าน้ำหนักรวมที่ได้นำไปคำนวณหาปริมาณความต้องการพัสดุ โดยการเก็บข้อมูลการเกิดขึ้นของแต่ละค่าน้ำหนักรวมจากข้อมูลการถ่วงค่าน้ำหนักที่ใช้จริงต่อล้อประจำปี พ.ศ. 2561 นำมาคิดเป็นสัดส่วนการเกิดขึ้นของแต่ละค่าน้ำหนักรวมทั้ง 18 ค่าน้ำหนัก ได้ผลลัพธ์ตามตารางที่ 6 โดยคำนวณค่า Probability จากสมการ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{n}}{x!} \; ; x = 0,1,2 \ldots ; \; e = 2.7182 \qquad (13)$$

ตารางที่ 6 สัดส่วนของโอกาสการเกิดแต่ละค่าน้ำหนักรวม

น้ำหนักรวม (กรัม)	% ล้อแม็ก	% ล้อกระทะ	น้ำหนักรวม (กรัม)	% ล้อแม็ก	% ล้อกระทะ
5	0.029	0.025	50	9.605	10.453
10	0.320	0.091	55	8.788	10.000
15	1.956	2.200	60	6.044	5.771
20	5.138	6.159	65	3.906	3.669
25	10.101	10.878	70	1.956	2.068
30	10.133	10.756	75	0.810	0.648
35	13.844	12.594	80	0.544	0.535
40	14.524	11.849	85	0.460	0.502
45	11.769	11.726	90	0.075	0.078

ดังนั้นจากข้อมูลรูปแบบการใช้พัสดุที่ได้และโอกาสการเกิดแต่ละค่าน้ำหนักรวม กับข้อมูลความต้องการล้อรถยนต์แต่ละประเภทประจำปี พ.ศ. 2561 ตามตารางที่ 7 เพื่อนำไปคำนวณปริมาณความต้องการพัสดุเฉลี่ยต่อเดือน (μ)

ตารางที่ 7 ปริมาณความต้องการล้อรถยนต์ ปี พ.ศ. 2561

เดือน	ล้อรถทั้งหมด (ล้อ)	ล้อแม็ก (ล้อ)	ล้อกระทะ (ล้อ)
มกราคม	74,380	49,091	25,289
กุมภาพันธ์	67,260	42,374	24,886
มีนาคม	64,200	43,014	21,186
เมษายน	47,915	30,186	17,729
พฤษภาคม	74,545	50,691	23,854
มิถุนายน	71,985	45,351	26,634
กรกฎาคม	75,380	45,982	29,398
สิงหาคม	56,185	34,835	21,350
กันยายน	77,225	52,513	24,712
ตุลาคม	85,210	54,383	30,827
พฤศจิกายน	81,240	52,828	28,412
ธันวาคม	71,990	47,748	24,242
เฉลี่ย	70,626	45,749	24,876

จากข้อมูลทั้ง 3 ส่วน คือ การกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ จากตารางที่ 4 และตารางที่ 5 ข้อมูลสัดส่วนการเกิดแต่ละค่าน้ำหนักรวม จากตารางที่ 6 และปริมาณความต้องการล้อรถยนต์ จากตารางที่ 7 คำนวณหาปริมาณความต้องการพัสดุต่อเดือน ด้วยวิธีการคำนวณดังนี้ ปริมาณความต้องการล้อแต่ละประเภท * สัดส่วนการเกิดแต่ละค่าน้ำหนักรวมของล้อแต่ละประเภท = จำนวนล้อของแต่ละค่าน้ำหนักรวมแต่ละประเภท หลังจากนั้น นำจำนวนล้อของแต่ละค่าน้ำหนักรวมแต่ละประเภทโดยใช้ฟังก์ชัน SUMPRODUCT กับแต่ละรายการพัสดุตามรูปแบบการใช้ที่ได้ จะได้ผลลัพธ์ปริมาณความต้องการพัสดุแต่ละรายการต่อเดือน เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยปริมาณความต้องการพัสดุเฉลี่ยต่อเดือน สำหรับการสร้างแบบจำลองการสั่งซื้อแบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ ได้ผลลัพธ์ปริมาณความต้องการเฉลี่ย (μ) แต่ละรายการพัสดุ ตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปริมาณความต้องการพัสดุเฉลี่ย (μ) ปี พ.ศ. 2561 แบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ หน่วย : ชิ้น

สำหรับล้อแม็ก				สำหรับล้อกระทะ	
รหัส	μ	รหัส	μ	รหัส	μ
A1	0	B1	8,447	C1	7,131
A2	0	B2	147	C2	151
A3	0	B3	10,675	C3	2,554
A4	4,021	B4	2,351	C4	1,352
A5	2,765	B5	4,622	C5	4,332

สำหรับล้อแม็ก				สำหรับล้อกระทะ	
รหัส	μ	รหัส	μ	รหัส	μ
A6	8,960	B6	4,636	C6	7,828
A7	11,935	B7	14,882	C7	11,133
A8	371				
A9	249				
A10	211				
A11	35				
A12	0				

นอกจากปริมาณความต้องการพัสดุเฉลี่ยแบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุแล้วนั้น จะต้องใช้ข้อมูลปริมาณการใช้พัสดุเฉลี่ยที่ใช้จริงจากการไม่กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ โดยดำเนินการเก็บข้อมูลการใช้พัสดุประจำปี พ.ศ. 2561 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยการใช้พัสดุแต่ละรายการ ได้ผลลัพธ์จากการเก็บข้อมูลตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ปริมาณความต้องการพัสดุเฉลี่ย (μ) ปี พ.ศ. 2561 แบบไม่กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ หน่วย : ชิ้น

สำหรับล้อแม็ก				สำหรับล้อกระทะ	
รหัส	μ	รหัส	μ	รหัส	μ
A1	233	B1	638	C1	1,943
A2	628	B2	6,592	C2	5,933
A3	2,831	B3	4,738	C3	8,768
A4	3,626	B4	7,832	C4	5,769
A5	3,978	B5	6,943	C5	6,562
A6	4,826	B6	4,463	C6	4,331
A7	3,704	B7	3,993	C7	3,125
A8	4,667				
A9	3,204				
A10	3,116				
A11	2,133				
A12	2,464				

4.2. การกำหนดนโยบายการสั่งซื้อ

1.นโยบายการสั่งซื้อคงที่ (Economic Order Quantity: EOQ) กฤษฎา โอภาสพงศ์ [6] อธิบายว่า ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด คือ ปริมาณการสั่งซื้อแต่ละครั้งจะสั่งในปริมาณหรือจำนวนที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) และค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า (Holding Cost)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2KD}{h}} = \sqrt{\frac{2KD}{ic}} \quad (14)$$

กำหนดให้

D = ปริมาณความต้องการพัสดุ (หน่วย/ปี)

K = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (บาท/ครั้ง)

H = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุคงคลัง (บาท/หน่วย/ปี)

c = มูลค่าพัสดุ (บาท/หน่วย)

i = ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุต่อปี

จากสมการ EOQ ข้างต้น โดยใช้ปริมาณความต้องการพัสดุจากตารางที่ 6 และตารางที่ 7 ของแต่ละรายการพัสดุคูณ 12 เดือน เท่ากับปริมาณความต้องการพัสดุในแต่ละรายการพัสดุต่อปี โดยมีต้นทุนการสั่งซื้อที่ 787.88 บาทต่อครั้ง ต้นทุนค่าพัสดุแต่ละรายการจากตารางที่ 1 และมีต้นทุนการเก็บรักษาที่ 20.28% ต่อปี แทนค่าดังสมการที่ (14) เนื่องจากการสั่งซื้อพัสดุต่อครั้งจะต้องสั่งซื้อเต็มตามขนาดบรรจุภัณฑ์ จึงปรับค่า EOQ เดิมให้เต็มขนาดบรรจุภัณฑ์ ดังนั้นปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด EOQ ใหม่ตามตารางที่ 10

ตารางที่10 ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) ต่อครั้ง แต่ละรายการพัสดุ หน่วย : ชิ้น

รหัส	EOQ เดิม นโยบายที่ 1	EOQ เดิม นโยบายที่ 2	ขนาดบรรจุภัณฑ์	EOQ ใหม่ นโยบายที่ 1	EOQ ใหม่ นโยบายที่ 2
A1	0	2,327	1,200	0	2,400
A2	0	3,124	800	0	3,200
A3	0	5,743	600	0	6,000
A4	6,454	6,129	400	6,800	6,400
A5	5,077	6,090	200	5,200	6,200
A6	8,715	6,396	200	8,800	6,400
A7	9,252	5,154	200	9,400	5,200
A8	1,470	5,215	200	1,600	5,400
A9	1,136	4,074	200	1,200	4,200
A10	992	3,811	100	1,000	3,900
A11	394	3,077	100	400	3,100
A12	0	3,160	100	0	3,200
B1	16,203	4,453	700	16,800	4,900
B2	1,511	10,121	600	1,800	10,200
B3	11,924	7,944	400	12,000	8,000
B4	4,682	8,546	300	4,800	8,700
B5	6,565	8,046	250	6,750	8,250
B6	6,269	6,150	200	6,400	6,200
B7	12,417	6,431	150	12,450	6,450
C1	14,887	7,770	700	15,400	8,400
C2	1,323	8,315	600	1,800	8,400

รหัส	EOQ เดิม นโยบายที่ 1	EOQ เดิม นโยบายที่ 2	ขนาดบรรจุภัณฑ์	EOQ ใหม่ นโยบายที่ 1	EOQ ใหม่ นโยบายที่ 2
C3	5,144	9,530	400	5,200	9,600
C4	3,742	7,731	300	3,900	7,800
C5	6,355	7,821	250	6,500	8,000
C6	9,005	6,698	200	9,200	6,800
C7	10,739	5,689	150	10,800	5,700

จากปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้งที่ได้จากการคำนวณ EOQ จะต้องกำหนดจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point: ROP) เมื่อระดับพัสดุคงคลังลดลงถึงระดับหนึ่งจะต้องสั่งซื้อพัสดุเข้ามาเพื่อเติมเต็มพัสดุคงคลังในปริมาณการสั่งซื้อคงที่จากการคำนวณค่า EOQ โดยการคำนวณจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point: ROP) มีความสัมพันธ์แปรตาม 2 ตัวแปรดังนี้ อัตราความต้องการพัสดุ (μ) และระยะเวลานำ (Lead Time: L) และอาจกำหนดระดับพัสดุคงคลังสำรองเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock: SS) จากระดับการให้บริการที่กำหนดไว้ ดังนั้น สามารถคำนวณจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point: ROP) ได้จากสมการดังนี้

$$ROP = \mu L + ss \quad (15)$$

μ = อัตราความต้องการเฉลี่ย (หน่วย/หน่วยเวลา)

L = ระยะเวลานำ (หน่วยเวลา)

SS = ปริมาณพัสดุคงคลังสำรอง (หน่วย)

การกำหนดปริมาณความต้องการพัสดุคงคลังสำรอง SS สามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$SS = Z\sigma\sqrt{L} \quad (16)$$

กำหนดให้

Z = ค่า Safety Stock Factor (ระดับการให้บริการ 95%, Z = 1.64)

σ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการพัสดุ

L = ระยะเวลานำ (หน่วยเวลา)

จากสมการข้างต้น นำมาคำนวณจุดสั่งซื้อใหม่ของนโยบายการสั่งซื้อคงที่ โดยนำปริมาณความต้องการเฉลี่ย (μ) จากตารางที่ 8 และตารางที่ 9 ระยะเวลานำที่ 2 เดือน และกำหนดระดับการให้บริการที่ 95% แทนค่าดังสมการที่ (15) และ (16) ดังนั้นผลการคำนวณ ปริมาณความต้องการพัสดุคงคลังสำรอง (Safety Stock: SS) จุดสั่งซื้อใหม่ของนโยบายการสั่งซื้อคงที่ทั้งสองรูปแบบการใช้พัสดุได้ตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ปริมาณพัสดุคงคลังสำรอง และจุดสั่งซื้อใหม่ แต่ละรายการพัสดุ สำหรับนโยบายการสั่งซื้อคงที่ หน่วย : ชิ้น

รหัส	σ นโยบายที่ 1	σ นโยบายที่ 2	SS นโยบายที่ 1	SS นโยบายที่ 2	ROP นโยบายที่ 1	ROP นโยบายที่ 2
A1	0	570	0	1,322	0	1,787
A2	0	704	0	1,633	0	2,889
A3	0	2,178	0	5,052	0	10,712
A4	644	1,281	1,493	2,972	9,535	10,223
A5	443	970	1,027	2,249	6,557	10,204
A6	1,435	1,397	3,327	3,240	21,247	12,891
A7	1,911	1,782	4,432	4,133	28,302	11,540
A8	59	1,922	137	4,457	879	13,790
A9	40	1,778	92	4,124	590	10,532
A10	34	2,786	78	6,462	500	12,693
A11	5	1,979	13	4,590	83	8,856
A12	0	2,257	0	5,235	0	10,162
B1	1,352	698	3,136	1,619	20,030	2,895
B2	24	2,692	55	6,243	349	19,426
B3	1,709	5,026	3,964	11,656	25,314	21,130
B4	377	4,381	873	10,161	5,575	25,825
B5	740	2,384	1,716	5,530	10,960	19,415
B6	742	2,390	1,722	5,543	10,994	14,468
B7	2,382	1,945	5,525	4,511	35,289	12,496
C1	1,726	1,149	4,002	2,664	18,263	6,549
C2	36	2,598	84	6,026	384	17,891
C3	618	4,157	1,434	9,642	6,542	27,177
C4	327	2,415	759	5,600	3,462	17,138
C5	1,048	2,160	2,431	5,011	11,094	18,133
C6	1,894	1,113	4,392	2,581	20,048	11,242
C7	2,694	1,077	6,249	2,497	28,514	8,746

เมื่อทราบจุดสั่งซื้อใหม่แล้ว ดำเนินการสร้างแบบจำลองการสั่งซื้อ โดยวิธีการจำลองสถานการณ์เริ่มต้นจากปริมาณพัสดุคงคลังต้นงวด (Beginning on hand) กับพัสดุรับเข้าภายในเดือน (Order Received) รวมกันเรียกว่า (Inventory Position) และในเดือนหากออกคำสั่งซื้อไปก่อนหน้าแต่พัสดุอยู่ระหว่างการขนส่ง (On Order) จะนำมารวมกับ (Inventory Position) เรียกว่า (Inventory Position + On Order) ดังนั้นหากค่า (Inventory Position + On Order) มีค่าน้อยกว่า ROP ของรายการพัสดุที่กำหนดไว้ จะดำเนินการออกคำสั่งซื้อในเดือนนี้ ตามปริมาณ Q ที่กำหนด

2. นโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่ (Order up-to Level)

ปวีณา เชาวลิตวงศ์ [3] ได้อธิบายนโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่โดยใช้แบบจำลองระดับคงคลังเป้าหมาย (Order-up-to Level Model: OUL) เป็นแบบจำลองที่มีการกำหนดคาบ (T) หรือระยะเวลาการเติมพัสดุคงคลังที่แน่นอน (Fixed time period) ดังนั้น นโยบายพัสดุคงคลังของแบบจำลองนี้จะหาว่าควรเติมพัสดุคงคลังเท่าไร ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุคงคลังน้อยที่สุด นอกจากนี้ได้กำหนดระดับการให้บริการ หรือ CSL และระยะเวลานำคงที่ L จากรูปแบบการสั่งที่ถูกกำหนดให้มีการสั่งเป็นรอบคงที่ ดังนั้น ปริมาณพัสดุคงคลังที่มีไว้ในแต่ละรอบการสั่งควรเพียงพอต่อความต้องการในแต่ละรอบการสั่ง โดยปริมาณความต้องการในแต่ละรอบการสั่งสามารถประมาณได้จากค่าเฉลี่ยของความต้องการ ดังนั้น ปริมาณพัสดุที่ควรมีในแต่ละรอบ คือ ปริมาณความต้องการเฉลี่ยบวกกับพัสดุคงคลังสำรองที่สอดคล้องกับระดับ CSL ที่กำหนดไว้ โดยมีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$Q* = OUL - IOH \quad (17)$$

กำหนดให้

Q* = ปริมาณความต้องการ

OUL = ระดับคงคลังเป้าหมาย

IOH = ปริมาณพัสดุคงคลังคงเหลือ (IOH)

การกำหนดระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย (OUL) ที่เหมาะสมจะต้องให้ระดับสินค้าคงคลังที่เพียงพอต่อความต้องการในแต่ละรอบการสั่งซื้อ และระดับการให้บริการที่กำหนด (Service Level) ได้กำหนดรอบการสั่งซื้อที่ทุก 1 เดือน ระยะเวลานำที่ 2 เดือน โดยบริษัทได้ให้ระดับการให้บริการ (Service Level) ที่ 95% ดังนั้นจะได้สมการของการกำหนดระดับพัสดุคงคลังเป้าหมาย (OUL) ดังนี้

$$OUL = \mu_{L+T} + SS \quad (18)$$

$$\mu_{L+T} = (L+T)\mu \quad (19)$$

$$SS = Z\sigma\sqrt{L+T} \quad (20)$$

กำหนดให้

OUL = ระดับพัสดุคงคลังเป้าหมาย

μ = อัตราความต้องการเฉลี่ย (หน่วย/หน่วยเวลา)

L = ระยะเวลานำ (หน่วยเวลา)

T = รอบเวลาการสั่ง (หน่วยเวลา)

SS = ปริมาณพัสดุคงคลังสำรอง (หน่วย)

Z = ค่า Safety Stock factor

σ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการพัสดุ

จากสมการข้างต้น นำมาคำนวณจุดสั่งซื้อใหม่ของนโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่ โดยนำปริมาณความต้องการเฉลี่ย (μ) จากตารางที่ 8 และตารางที่ 9 และใช้ข้อมูลค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (**σ**) จากตารางที่ 11 โดยมีรอบการสั่งซื้อที่ 1 ครั้งต่อเดือน ระยะเวลานำที่ 2 เดือน และกำหนดระดับการให้บริการที่ 95% แทนค่าดังสมการที่ (18), (19) และ (20) ดังนั้นผลการคำนวณปริมาณความต้องการพัสดุคงคลังสำรอง (Safety Stock: SS) จุดสั่งซื้อใหม่ของนโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่ทั้งสองรูปแบบการใช้พัสดุ แต่เนื่องจากการสั่งซื้อพัสดุต้องสั่งซื้อเต็มขนาดบรรจุภัณฑ์ ดังนั้นได้ดำเนินการปรับค่าระดับพัสดุคงคลังเป้าหมาย (OUL) ใหม่ ที่เต็มขนาดบรรจุภัณฑ์ด้วยตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ปริมาณพัสดุคงคลังสำรอง และระดับพัสดุคงคลังเป้าหมายแต่ละรายการพัสดุ นโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่ หน่วย : ชิ้น

	SS		OUL เดิม		OUL ใหม่	
รหัส	นโยบายที่ 3	นโยบายที่ 4	นโยบายที่ 3	นโยบายที่ 4	นโยบายที่ 3	นโยบายที่ 4
A1	0	1,619	0	2,316	0	2,400
A2	0	2,000	0	3,884	0	4,000
A3	0	6,187	0	14,678	0	15,000
A4	1,829	3,639	13,892	14,516	14,000	14,800
A5	1,257	2,754	9,552	14,688	9,600	14,800
A6	4,075	3,968	30,955	18,445	31,000	18,600
A7	5,428	5,062	41,233	16,172	41,400	16,200
A8	168	5,458	1,281	19,458	1,400	19,600
A9	113	5,051	860	14,662	1,000	14,800
A10	96	7,914	729	17,261	800	17,300
A11	16	5,621	121	12,020	200	12,100
A12	0	6,411	0	13,802	0	13,900
B1	3,841	1,983	29,182	3,897	29,400	4,200
B2	67	7,646	508	27,421	600	27,600
B3	4,855	14,275	36,880	28,487	37,200	28,800
B4	1,069	12,445	8,122	35,941	8,400	36,000
B5	2,102	6,772	15,968	27,600	16,000	27,750
B6	2,109	6,789	16,017	20,176	16,200	20,200
B7	6,767	5,525	51,413	17,502	51,450	17,550
C1	4,901	3,263	26,292	9,091	26,600	9,100
C2	103	7,381	553	25,178	600	25,200
C3	1,756	11,809	9,418	38,111	9,600	38,400
C4	929	6,859	4,984	24,165	5,100	24,300
C5	2,977	6,137	15,972	25,820	16,000	26,000
C6	5,379	3,161	28,863	16,153	29,000	16,200
C7	7,653	3,058	41,051	12,431	41,100	12,450

เมื่อทราบระดับพัสดุคงคลังเป้าหมายแล้ว ดำเนินการสร้างแบบจำลองการสั่งซื้อ โดยวิธีการจำลองสถานการณ์ เริ่มต้นจากปริมาณพัสดุคงคลังต้นงวด (Beginning on hand) และพัสดุรับเข้าภายในเดือน (Order Received) รวมกันจะเรียกว่า (Inventory Position) และในเดือนหากมีคำสั่งซื้อไปก่อนหน้าแล้วแต่พัสดุยังคงอยู่ระหว่างการขนส่ง (On Order) จะนำมารวมกับ (Inventory Position) ซึ่งเรียกว่า (Inventory Position + On Order) ดังนั้นหากค่า (Inventory Position + On Order) มีค่าน้อยกว่าปริมาณพัสดุคงคลังเป้าหมาย OUL ที่กำหนด จะพิจารณาคำสั่งซื้อปริมาณการสั่งซื้อจากสมการที่ (16) คือ (Q*) = ระดับพัสดุคงคลังเป้าหมาย (OUL) – ปริมาณพัสดุคงคลังคงเหลือ (IOH) และ – ปริมาณพัสดุรอรับ (On Order) ดำเนินการคำนวณด้วยวิธี – ดังกล่าวเป็นรายเดือนของทุกรายการพัสดุ

5. ผลการวิจัย

เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองการสั่งซื้อของแต่ละนโยบายที่นำเสนอโดยเปรียบเทียบระดับพัสดุคงคลังสิ้นงวด Ending Inventory ระดับการเติมเต็มพัสดุ Fill Rate และต้นทุนรวม Total Cost โดยใช้ข้อมูลการสร้างแบบจำลองตั้งแต่มกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2562

5.1 ระดับพัสดุคงคลังสิ้นงวด Ending Inventory

จากการศึกษาระดับพัสดุคงคลังสิ้นงวดเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2562 ของนโยบายที่นำเสนอ สามารถสรุปได้ดังนี้ นโยบายที่ 1 ด้านปริมาณพัสดุคงคลังสิ้นงวดเฉลี่ยลดลงที่ 10.88% มูลค่าพัสดุคงคลังสิ้นงวดเฉลี่ยลดลงที่ 13.99% นโยบายที่ 2 ด้านปริมาณพัสดุคงคลังสิ้นงวดเฉลี่ยลดลงที่ 9.85% มูลค่าพัสดุคงคลังสิ้นงวดเฉลี่ยลดลงที่ 15.40% นโยบายที่ 3 ด้านปริมาณพัสดุคงคลังสิ้นงวดเฉลี่ยลดลงที่ 10.06% มูลค่าพัสดุคงคลังสิ้นงวดเฉลี่ยลดลงที่ 12.49% และนโยบายที่ 4 ด้านปริมาณพัสดุคงคลังสิ้นงวดเฉลี่ยลดลงที่ 7.04% มูลค่าพัสดุคงคลังสิ้นงวดเฉลี่ยลดลงที่ 10.92% ทั้ง 4 นโยบายที่นำเสนอ สามารถลดระดับพัสดุคงคลังสิ้นงวดลงได้ และนโยบายที่ 2 สามารถลดระดับพัสดุคงคลังสิ้นงวดเฉลี่ยได้มากที่สุด ตามตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบระดับพัสดุคงคลังสิ้นงวดและมูลค่าพัสดุคงคลังสิ้นงวดเฉลี่ย

นโยบาย	Ending Inventory (Q.)	% Improve	Ending Inventory (Amt.)	% Improve
ปัจจุบัน	2,354,757		15,652,540	
นโยบายที่ 1	2,098,511	10.88%	13,462,791	13.99%
นโยบายที่ 2	2,122,732	9.85%	13,241,390	15.40%
นโยบายที่ 3	2,117,765	10.06%	13,697,720	12.49%
นโยบายที่ 4	2,173,532	7.70%	13,943,265	10.92%

5.2 ระดับการเติมเต็มพัสดุคงคลัง Fill Rate

จากการศึกษาระดับการเติมเต็มพัสดุคงคลังโดยการสร้างแบบจำลองการสั่งซื้อพัสดุประจำปี พ.ศ. 2562 โดยนำข้อมูลปริมาณความต้องการใช้ล้อรถยนต์แต่ละประเภทประจำปี พ.ศ. 2562 คำนวณหาปริมาณความต้องการในรูปแบบเดียวกันกับตารางที่ 8 เพื่อคำนวณหาปริมาณความต้องการพัสดุแบบกำหนดรูปนโยบายที่ 3 สำหรับแบบไม่กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุใช้ปริมาณความต้องการพัสดุแบบปัจจุบัน ดังนั้นปริมาณความต้องการพัสดุปี พ.ศ. 2562 แบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ คือ 1,372,105 ชิ้น และปริมาณความต้องการพัสดุแบบปัจจุบัน คือ 1,461,355 ชิ้น การคำนวณระดับการเติมเต็มพัสดุคงคลัง Fill Rate คือ จำนวนพัสดุที่เพียงพอต่อความต้องการพัสดุ และระดับการให้บริการ Service Level คือจำนวนครั้งที่เกิดการร้างพัสดุ (Shortage) งานวิจัยนี้เลือกใช้ตัวชี้วัดที่ระดับการเติมเต็มพัสดุ Fill Rate เนื่องจากพัสดุสามารถทดแทนกันได้ ดังนั้นหากรายการพัสดุใดไม่เพียงพอสามารถใช้พัสดุรายการอื่นทดแทนได้โดยยังคงให้ค่าน้ำหนักรวมต่อการใช้เท่าเดิม ดังนั้นผลการศึกษา พบว่า ระดับการให้บริการและระดับการเติมเต็มพัสดุคงคลังรวมสำหรับนโยบายที่นำเสนอกับนโยบายปัจจุบัน ซึ่งได้กำหนดตัวชี้วัดของระดับการเติมเต็มพัสดุไว้ที่ 95% ผลการเปรียบเทียบพบว่า นโยบายที่ 1 มีระดับการให้บริการที่ 83.97% และมีระดับการเติมเต็มพัสดุที่ 89.57% ซึ่งต่ำกว่าที่กำหนด นโยบายที่ 2 มีระดับการให้บริการที่ 86.22% และมีระดับการเติมเต็มพัสดุที่ 91.04% ซึ่งต่ำกว่าที่กำหนด นโยบายที่ 3 มีระดับการให้บริการที่ 92.63% และมีระดับการเติมเต็มพัสดุที่ 95.96% ซึ่งสูงกว่าที่กำหนด และนโยบายที่ 4 มีระดับการให้บริการที่ 93.91% และมีระดับการเติมเต็มพัสดุที่ 94.61% ซึ่งต่ำกว่าที่กำหนด ตามตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบระดับการให้บริการและระดับการเติมเต็มพัสดุแต่ละนโยบายที่นำเสนอกับนโยบายปัจจุบัน

นโยบาย	ปัจจุบัน	นโยบายที่ 1	นโยบายที่ 2	นโยบายที่ 3	นโยบายที่ 4
No. Order	312	312	312	312	312
No. shortage	22	50	43	23	19

นโยบาย	ปัจจุบัน	นโยบายที่ 1	นโยบายที่ 2	นโยบายที่ 3	นโยบายที่ 4
% SL	92.95%	83.97%	86.22%	92.63%	93.91%
Annual Demand	1,461,355	1,372,105	1,416,355	1,372,105	1,416,355
Shortage	67,200	143,087	126,918	55,428	76,309
% Fill rate	95.26%	89.57%	91.04%	95.96%	94.61%

5.3 ต้นทุนรวม Total Cost

ผลการศึกษาด้านต้นทุนรวมของนโยบายที่นำเสนอ ต้นทุนรวมประกอบด้วย ต้นทุนการสั่งซื้อ คิดเป็น 787.88 บาท ต่อครั้ง ต้นทุนค่าจัดเก็บพัสดุคงคลังที่ 20.28% และต้นทุนค่าร้างพัสดุที่ 2.5 เท่าของมูลค่าพัสดุต่อกล่อง เพื่อดำเนินการสั่งซื้อพัสดุเร่งด่วนสำหรับการผลิต นำไปสร้างแบบจำลองการสั่งซื้อของแต่ละนโยบายที่นำเสนอ จากปริมาณความต้องการประจำปี พ.ศ. 2562 ผลการศึกษาพบว่า นโยบายที่ 1 มีต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนค่าจัดเก็บ และลดลงที่ 49.43% และ 11.02% ตามลำดับ แต่มีต้นทุนค่าร้างพัสดุเพิ่มขึ้นสูงถึง 105.70% เมื่อพิจารณาต้นทุนรวมพบว่าต้นทุนรวมลดลงที่ 5.48% นโยบายที่ 2 มีต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนค่าจัดเก็บ และลดลงที่ 18.18% และ 14.51% ตามลำดับ แต่มีต้นทุนค่าร้างพัสดุเพิ่มขึ้นสูงถึง 97.59% เมื่อพิจารณาต้นทุนรวมพบว่า ต้นทุนรวมลดลงที่ 9.07% นโยบายที่ 3 มีต้นทุนการสั่งซื้อต้นทุนค่าจัดเก็บ และต้นทุนค่าร้างพัสดุลดลงที่ 24.57% 9.66% และ 16.44% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาต้นทุนรวมพบว่า ต้นทุนรวมลดลงที่ 10.05% นโยบายที่ 4 มีต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนค่าจัดเก็บลดลงที่ 3.41% และ 10.09% แต่มีต้นทุนค่าร้างพัสดุที่เพิ่มขึ้น 21.34% เมื่อพิจารณาต้นทุนรวมพบว่าต้นทุนรวมลดลงที่ 8.54% ตามตารางที่ 15

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบต้นทุนของแต่ละนโยบายที่นำเสนอกับนโยบายปัจจุบัน หน่วย : บาท

นโยบาย	ปัจจุบัน	นโยบายที่ 1	นโยบายที่ 2	นโยบายที่ 3	นโยบายที่ 4
Ordering Cost	138,667	70,121	113,455	103,212	133,940
% Improve		49.43%	18.18%	25.57%	3.41%
Holding Cost	36,042,401	32,070,956	30,813,315	32,560,378	32,404,164
% Improve		11.02%	14.51%	9.66%	10.09%
Shortage Cost	1,849,500	3,804,375	3,654,500	1,545,500	2,244,250
% Improve		-105.70%	-97.59%	16.44%	-21.34%
Total Cost	38,030,568	35,945,452	34,581,269	34,209,090	34,782,354
% Improve		5.48%	9.07%	10.05%	8.54%

ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการศึกษาของแต่ละนโยบายแต่ละตัวชี้วัดที่กำหนด พบว่า นโยบายการสั่งซื้อไม่คงที่แบบกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุ (นโยบายที่ 3) สามารถตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ได้ครบทุกตัวชี้วัดที่กำหนด คือ ระดับพัสดุคงคลังสิ้นงวดลดลง ระดับการเติมเต็มพัสดุ Fill Rate มากกว่า 95% และมีต้นทุนรวมต่ำที่สุด

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบผลการศึกษาของแต่ละนโยบายแต่ละตัวชี้วัดกับนโยบายปัจจุบัน

นโยบาย	Ending Inventory (Q.)	Ending Inventory (Amt.)	% Fill rate	Total cost
ปัจจุบัน	2,354,757	15,652,540	95.26%	38,030,568
นโยบายที่ 1	2,098,512	13,241,390	89.57%	35,945,452
นโยบายที่ 2	2,122,732	13,462,791	91.04%	34,581,269
นโยบายที่ 3	2,117,765	13,943,265	95.96%	34,209,090
นโยบายที่ 4	2,173,532	13,697,720	94.61%	34,782,353

6. สรุปและวิจารณ์ผล

การศึกษาการวางแผนพัสดุคงคลังที่ทดแทนกันได้ของพัสดุตะกั่วถ่วงล้อรถยนต์ ที่ไม่สามารถกำหนดปริมาณการใช้พัสดุแต่ละรายการที่แน่นอนได้จากแผนการผลิต ซึ่งส่งผลให้เกิดมูลค่าพัสดุคงคลังเฉลี่ยต่อปีสูงถึง 27 ล้านบาทต่อเดือน แต่มูลค่าการใช้เฉลี่ยอยู่ที่ 1.2 ล้านบาทต่อเดือน ทำให้ในปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาประสบปัญหามีพัสดุคงคลังมากเกินความจำเป็น และต้องแบกรับต้นทุนค่าจัดเก็บพัสดุที่สูง ดังนั้นบริษัทจึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการบริหารจัดการ และผลการศึกษาพบว่าการกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุสามารถตอบสนองปริมาณความต้องการใช้พัสดุ โดยที่ไม่ถือครองพัสดุในปริมาณที่มากเกินไปทำให้ส่งผลต่อต้นทุนการเก็บรักษาที่สูงเกินความจำเป็น และยังคงรักษาระดับการเติมเต็มความต้องการพัสดุที่ 95% ตามที่บริษัทตั้งเป้าเอาไว้ โดยนโยบายดังกล่าวสามารถลดต้นทุนการสั่งซื้อพัสดุลดลง 25.57% คิดเป็นมูลค่า 35,454.60 บาท ลดต้นทุนค่าจัดเก็บลดลง 9.66% คิดเป็นมูลค่า 3,482,023.07 บาท และลดต้นทุนค่าร้างพัสดุลดลง 16.44% คิดเป็นมูลค่า 304,000 บาท ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนรวมลงได้ 10.05% คิดเป็นมูลค่า 3,821,477.67 บาท เมื่อเทียบกับนโยบายปัจจุบัน อีกทั้งมีระดับการเติมเต็ม 95.96% เพิ่มจากนโยบายปัจจุบัน

จากการนำเสนอแบบจำลองการกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุและการกำหนดนโยบายการสั่งซื้อพัสดุพบว่า

1. การกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุจะส่งผลกระทบกับรายการพัสดุที่มีมูลค่าการใช้รวมต่อค่าน้ำหนักที่ใช้สำหรับการถ่วงล้อรถยนต์ ซึ่งได้แก่รายการพัสดุ A1 A2 A3 และ A12 จะทำให้

รายการพัสดุดังกล่าวไม่เกิดปริมาณความต้องการใช้พัสดุ ส่งผลให้ต้องถือครองพัสดุโดยปราศจากการถูกเลือกใช้

2. การกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุกับการไม่กำหนดรูปแบบการใช้พัสดุส่งผลต่อปริมาณการใช้พัสดุแต่ละรายการและปริมาณการใช้พัสดุรวม ซึ่งส่งผลโดยตรงกับการกำหนดนโยบายการสั่งซื้อ ดังนั้นจากการทดสอบพบว่าผลลัพธ์ที่ได้การกำหนดรูปแบบการใช้พัสดุมีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการพัสดุที่ดีกว่าทั้งในด้านระดับพัสดุคงคลังสิ้น-งวด ระดับการเติมเต็มพัสดุ และต้นทุนรวม

3. การกำหนดนโยบายการสั่งซื้อแบบไม่คงที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการสั่งซื้อแบบคงที่ในด้านการเติมเต็มพัสดุและด้านต้นทุนรวม

7. การนำผลวิจัยไปปรับใช้และข้อเสนอแนะ

1. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการพัสดุประเภทอื่นเพื่อลดต้นทุนในการสั่งซื้อพัสดุคงคลังได้

2. ผลการศึกษาสามารถนำไปปรับให้เข้ากับบริบทของเงื่นไขและปัญหาที่เกิดขึ้นในหน้างานได้อย่างเป็นรูปธรรม

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ รองศาสตรจารย์มาโนช โลหเตปานนท์ และคณะอาจารย์ประจำหลักสูตรการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนการวิจัยและให้คำปรึกษาตลอดการวิจัย

9. การอ้างอิง

[1] Bitran, G.R., and Dasu, S. 1989. Ordering policies in an environment of stochastic yields and substitutable demands. Operations Research, 40 (5), 999-1017.

[2] Tida Chansangthong. (2016) Optimal order quantities for substitutable products. Research report. Master of Science Program in Logistics and Supply Chain Management. Graduate School. Chulalongkorn University. (in Thai)

[3] Paveena Chaovalitwongse, (2018) Determining inventory policy theories and a systematic thinking approach, Bangkok: Chulalongkorn University press. (in Thai)

[4] Samak-Kulkarni, S. M. and N. R. Rajhans., (2013). Determination of Optimum Inventory Model for Minimizing Total Inventory Cost. Procedia Engineering, 51, 803-809.

[5] Siriwat Rungmaneerat (2012) An efficiency improvement for warehouse management: a case study of a powder coating manufacturing. Research report. Master of Engineering Degree in Engineering Management. Srinakharinwirot University. (in Thai)

[6] Krisada Opaspong. (2009) Inventory management for automotive export business. Research report. Master of Science Program in Logistics and Supply Chain Management. Graduate School. Chulalongkorn University. (in Thai)