

การกำหนดตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์เพื่อหาขนาดปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุของรถบรรทุก

Mathematical Models for Order Quantity Under Capacity Limitation of Trucks

อิสริยาพร หลวงหาญ^{1*} และกณพ วัฒน²

^{1*} อาจารย์, หลักสูตรวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

² อาจารย์ ดร., หลักสูตรการจัดการงานวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Itsariyaporn Luanghan^{1*} and Kanop Wattana²

^{1*} Lecturer, Logistics Engineering Program, Uttaradit Rajabhat University

² Lecturer, Management Engineering Program, Uttaradit Rajabhat University

E-mail: luanghan@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์งานวิจัยนี้ เพื่อสร้างตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์สำหรับกำหนดปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดของรถบรรทุกสินค้าควบคุมอุณหภูมิ ขนาด 6 ล้อ มีรอบระยะเวลาการสั่งซื้อคงที่ (Fixed Lead Time) ปริมาณการจำหน่ายสินค้าผลิตภัณฑ์นม จำนวน 24 สัปดาห์ (มกราคม-มิถุนายน 2562) ใช้ข้อมูลจริงจากสถานประกอบการทดสอบกับตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ ผลสรุปได้ว่าตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ รอบการสั่งซื้อสินค้าวันอังคาร, วันพฤหัสบดี ด้านความสามารถในการบรรทุกสินค้าแบบเต็มคัน คิดเป็นร้อยละ 5.05, 12.22 ด้านผลกำไรที่คาดว่าจะได้รับเมื่อจำหน่ายสินค้าได้ทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 5.69, 15.23 นอกจากนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสินค้าอุปโภคบริโภค ผักปลอดสารพิษ เนื้อสัตว์แปรรูป และสินค้าเกษตร

คำสำคัญ: การสั่งซื้อสินค้า, ตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการบรรทุกแบบเต็มคัน

Abstract

Objectives of this research to create a mathematical model for determining the order quantity Under the limitations of a 6-wheel temperature controlled truck with a fixed lead time, 24 weeks of sales of dairy products (January - June 2019) using actual data from the establishment. Testing with a mathematical model, the result was that the mathematical model order rounds Tuesday, Thursday for the utility of the trucks accounted for 5.05%, 12.22% of profit expected when selling all products. Accounted for 5.69%, 15.23%. In addition, can be applied to consumer products, organic vegetables, processed meat and agricultural products.

Keywords: Order Quantity, Mathematical Model, Capacity Limitation of Trucks

1. บทนำ

การกำหนดปริมาณสั่งซื้อสินค้าเพื่อจำหน่ายสำหรับผู้ประกอบการขนาดเล็กมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึงผลกำไรที่คาดว่าจะได้รับเมื่อจำหน่ายสินค้าทั้งหมด ในขณะเดียวกันหากปริมาณสั่งซื้อสินค้าที่ได้รับไม่ตรงตามรายการคำสั่งซื้อสินค้าย่อมก่อให้เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการได้ผลกำไรของผู้ประกอบการ (สุนิตยา เกื่อนนาดี และคณะ, 2562) การสั่งซื้อสินค้าต้องอาศัยขนาดปริมาณการบรรจุสินค้าให้เพียงพอเมื่อเทียบกับปริมาณการสั่งซื้อสินค้าแต่ละรอบ จะใช้ข้อมูลการจำหน่ายสินค้าในอดีตด้วยเทคนิคการพยากรณ์ และการหาขนาดปริมาณการสั่งซื้อสินค้าด้วยตัวแบบปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) เป็นวิธีการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้งที่ง่าย สามารถทราบต้นทุนรวมของการสั่งซื้อ และการเก็บรักษาสินค้าที่มีค่าต่ำที่สุด (ณฐา คุปต์ชัยชัย, 2558, น. 178)

ข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์นม แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1. ผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ลักษณะบรรจุภัณฑ์เป็นกล่องกระดาษ สามารถเก็บสินค้าได้ไม่เกิน 6 เดือนนับจากวันที่ผลิต ไม่ต้องแช่เย็น 2. ผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ ลักษณะบรรจุภัณฑ์มีแบบถุง แบบขวดและแบบเกลลอน ควรเก็บไว้ในอุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส และควรบริโภคไม่เกิน 10 วัน นับจากวันที่ผลิต 3. ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของนมร่วมด้วย ซึ่งมี 2 แบบ คือ แบบนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม (ขวด) เก็บไว้ในอุณหภูมิ 10-12 องศาเซลเซียส เก็บไว้ได้ไม่เกิน 21 วัน และแบบโยเกิร์ตชั้น (ถ้วย) ควรเก็บไว้ในอุณหภูมิ 5 องศา เก็บไว้ไม่เกิน 10 วัน (สุทธทัย วิไลรัตน์, 2551)

ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เค. ดิสทริบิวชั่น เป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้ายี่ห้อ นมไทย-เดนมาร์ก สาขาอุดรดิตถ์ รับผิดชอบกระจายสินค้าในพื้นที่ 1. จังหวัดอุดรดิตถ์ ประกอบด้วย อำเภอเมืองอุดรดิตถ์ อำเภอพิชัย และอำเภอน้ำปาด 2. จังหวัดสุโขทัย ประกอบด้วย อำเภอศรีนคร อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอสวรรคโลก และอำเภอศรีสำโรง มีรอบระยะเวลาการสั่งซื้อสินค้า 2 วันต่อสัปดาห์ คือ วันอังคาร สั่งซื้อสินค้าประเภทนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม และวันพฤหัสบดี สั่งซื้อสินค้าประเภทนมพาสเจอร์ไรส์ และโยเกิร์ต รวมจำนวน 22 รายการที่ผ่านมาผู้ประกอบการประสบปัญหาไม่ได้รับสินค้าตามใบสั่งซื้อสินค้า ส่งผลให้เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการจำหน่ายสินค้า รวมทั้งอรรถประโยชน์ในการใช้พื้นที่ตู้บรรจุสินค้าไม่เต็มประสิทธิภาพ เช่น มีพื้นที่ว่างในตู้บรรจุสินค้า หรือบรรจุสินค้าไม่เต็มถัง เป็นต้น

งานวิจัยครั้งนี้จึงได้เสนอตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปริมาณการสั่งซื้อสินค้าให้เหมาะสมต่อความต้องการจำหน่ายสินค้าและพื้นที่ความจุของตู้บรรจุสินค้า เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดต้นทุนค่าเสียโอกาสและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์พื้นที่ตู้บรรจุสินค้าให้เกิด ผลกำไรสูงสุดต่อรอบการสั่งซื้อสินค้า โดยใช้ข้อมูลการสินค้าจริงที่เกิดขึ้น จำนวน 24 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2562 ส่วนการนำข้อมูลมาใช้ทดสอบกับตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้อาศัยเทคนิคการพยากรณ์ค่าเฉลี่ยอย่างง่าย (Moving Average: MA) โดยใช้ Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ทดสอบหาค่าคำตอบที่เหมาะสมที่สุด พร้อมเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแต่ละวิธี ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการนำตัวแบบทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานประกอบการขนาดเล็กประเภทต่างๆ เช่น กลุ่มสินค้าอุปโภคบริโภค

กลุ่มสินค้าควบคุมอุณหภูมิ (ผักสดปลอดสารพิษ, เนื้อสัตว์แปรรูป) เนื่องจากง่ายต่อการใช้งาน และช่วยเพิ่มศักยภาพให้ผู้ประกอบการในการดำเนินธุรกิจอย่างมั่นคงและยั่งยืนต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) อาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลจริงจากสถานประกอบการ นำมาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาความเหมาะสม โดยใช้ Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel (นพดล คณากรยิ่งยง และเจริญชัย โขมพัตรภรณ์, 2560) ประมวลผลหาค่าคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization) มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้อาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามผู้บริหารสถานประกอบการกรณีศึกษา แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับการสั่งซื้อสินค้า

นำข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อสินค้าของกรณีศึกษา ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จากเอกสารการสั่งซื้อสินค้ารายสัปดาห์ทั้งหมด 24 สัปดาห์ จำนวน 22 รายการ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ (1) ประเภทนมเปรี้ยว (YP) (2) ประเภทโยเกิร์ต (YC) และ (3) ประเภทนมพาสเจอร์ไรส์ (MP) ปริมาณความจุ 6 ขนาด ได้แก่ 100 มิลลิลิตร 120 มิลลิลิตร 180 มิลลิลิตร 200 มิลลิลิตร 1,000 มิลลิลิตร และ 2,000 มิลลิลิตร ประเภทบรรจุภัณฑ์ 4 ชนิด ได้แก่ ชนิดขวด ชนิดถ้วย ชนิดถุง และชนิดแกเลลอน ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลต่างๆ ของรายการสินค้าที่ต้องสั่งซื้อวันอังคาร

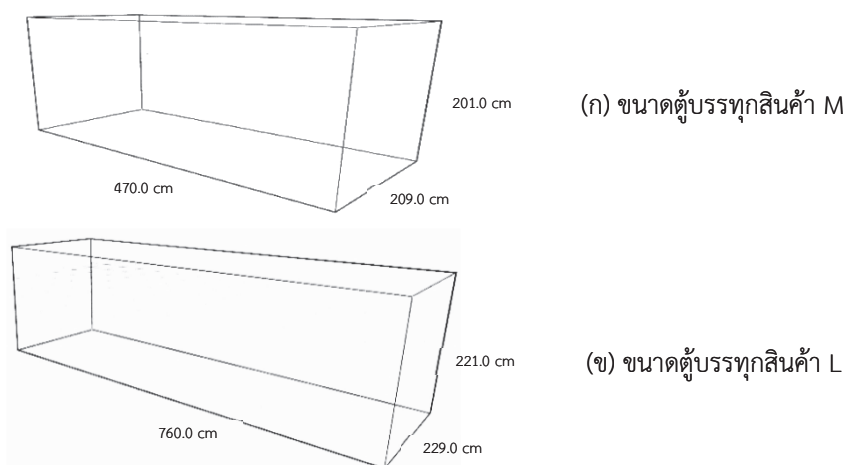
Product	Type_Package	Unit_Profit (Baht)	Size_Quantity
YPL100	Bag	2.00	100/A
YPS100			
YPP100			
YPS100			
YPL180	Bag	2.50	54/A
YPO180			
YPP180			
YPS180			

ตารางที่ 2 ข้อมูลต่างๆ ของรายการสินค้าที่ต้องสั่งซื้อวันพฤหัสบดี

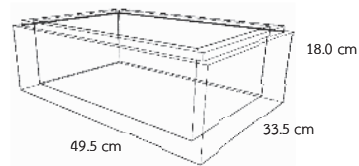
Product	Type_Package	Unit_Profit (Baht)	Size_Quantity
MPO200	Bag	3.50	50/A
MPO1000	Bag	5.00	10/A
MPON180	Bottle	2.50	54/A
MPSW180			
MPCH180			
MPCA180			
MPST180			
YCN120	Cup	3.00	30/B
YCL120			
YCS120			
YCM120			
YCP120			
YCB120			
MPO2000	Gallon	10.00	12/C

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่งสินค้า

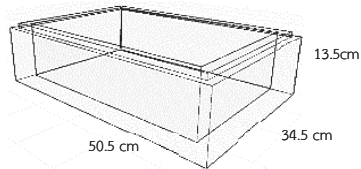
กำหนดการสั่งซื้อสินค้าสัปดาห์ละ 2 วัน คือ วันอังคารและวันพฤหัสบดี โดยใช้รถบรรทุกสินค้าแบบควบคุมอุณหภูมิ ขนาด 6 ล้อ จำนวน 2 คัน จัดส่งสินค้าโดยตรงจากโรงงานผลิตมวกเหล็กไปยังสถานประกอบการ มีรายละเอียดของขนาดตู้รถบรรทุก และลังที่ใช้ในการบรรจุสินค้าแต่ละชนิด ดังนี้



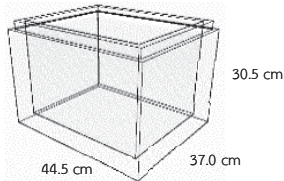
ภาพที่ 1 ขนาดทางกายภาพของตู้คอนเทนเนอร์บรรทุกสินค้าที่ใช้ในการศึกษา



(ก) ลังบรรจุสินค้า A



(ข) ลังบรรจุสินค้า B



(ค) ลังบรรจุสินค้า C

ภาพที่ 2 ขนาดของลังบรรจุสินค้าประเภทต่างๆ

2.2 การหาปริมาตรความจุของลังบรรจุสินค้า

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอการคำนวณหาปริมาตรความจุของตู้รถบรรทุกสินค้า ขนาด M และขนาด L โดยมีขั้นตอนในการศึกษาความชัดเจน เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการสั่งซื้อสินค้า วิธีคำนวณหาปริมาตรความจุของขนาดลังบรรจุสินค้าตามปริมาณการสั่งซื้อสินค้ามีวิธีคำนวณ ดังนี้ (ณัฐวดี งามณรงค์พงษ์ และกนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์, 2558)

ปริมาตรความจุ (ลูกบาศก์เซนติเมตร: cm^3) = กว้าง $\times$ ยาว $\times$ สูง (เซนติเมตร: cm)

ตัวอย่าง การคำนวณปริมาตรความจุของลังบรรจุสินค้า

ขนาดตู้ของรถบรรทุก	M:	$209.0 \times 470.0 \times 201.0 \text{ cm}$	$= 19,744,230 \text{ cm}^3$
ขนาดตู้ของรถบรรทุก	L:	$760.0 \times 229.0 \times 221.0 \text{ cm}$	$= 38,462,840 \text{ cm}^3$
ลังบรรจุสินค้า	A:	$49.5 \times 33.5 \times 18.0 \text{ cm}$	$= 29,848.50 \text{ cm}^3$
ลังบรรจุสินค้า	B:	$50.5 \times 34.5 \times 13.5 \text{ cm}$	$= 23,520.38 \text{ cm}^3$
ลังบรรจุสินค้า	C:	$44.5 \times 37.0 \times 30.5 \text{ cm}$	$= 50,218.25 \text{ cm}^3$

กำหนดปริมาตรความจุสินค้าแบบจำนวนเต็ม ลังบรรจุสินค้า A เท่ากับ $29,849 \text{ cm}^3$ ลังบรรจุสินค้า B เท่ากับ $23,521 \text{ cm}^3$ และลังบรรจุสินค้า C เท่ากับ $50,219 \text{ cm}^3$ เพื่อใช้ในการคำนวณหาจำนวนลังบรรจุสินค้า

2.3 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การสั่งซื้อสินค้าจากโรงงานผลิตตัวแทนจำหน่ายใช้การส่งข้อความผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เมื่อโรงงานได้รับคำสั่งสินค้าของตัวแทนจำหน่ายแต่ละราย จะดำเนินการจัดเตรียมสินค้าตามใบรายการสั่งซื้อ และขนถ่ายสินค้าไปยังรถบรรทุกควบคุมอุณหภูมิของตัวแทนจำหน่ายแต่ละราย ทั้งนี้ ตัวแทนจำหน่าย

อาจได้รับสินค้าถูกต้องครบถ้วนหรือไม่ครบถ้วน เนื่องจากสินค้าแต่ละรายการต้องบรรจุลงในภาชนะสินค้าแต่ละประเภทตามความจุที่ระบุไว้ตามตารางที่ 1 และตารางที่ 2 รวมถึงการบรรจุสินค้าแบบไม่เต็มพื้นที่รถบรรทุกแต่ละขนาดในการจัดส่งสินค้าแต่ละรอบการสั่งซื้อ งานวิจัยนี้จึงสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) (อิสริยพร หลวงหาญ, 2562) สำหรับแก้ปัญหาการกำหนดปริมาณสั่งซื้อสินค้าของตัวแทนจำหน่ายสินค้าในแต่ละรอบการสั่งซื้อไม่ให้เกินพื้นที่ความจุของขนาดตู้รถบรรทุกสินค้า เพื่อเสนอเป็นแนวทางพิจารณาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าของตัวแทนจำหน่ายแต่ละรายในแต่ละรอบการสั่งซื้อ มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การสร้างสมการเป้าหมาย

ตัวแบบการกำหนดปริมาณสั่งซื้อสินค้า เนื่องจากสถานประกอบการเป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าธุรกิจขนาดเล็กสามารถตรวจรับสินค้าและปริมาณตามรายการใบสั่งซื้อสินค้า (Order Purchase: P/O) ที่ได้รับจากโรงงานผลิต ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คำนึงถึงอรรถประโยชน์ของการใช้คลังบรรจุสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อลดพื้นที่สูญเสียไปจากการสั่งซื้อไม่เต็มถังของตัวแทนจำหน่ายแต่ละรายให้ใช้คลังบรรจุสินค้านำรวมกันได้ภายใต้สมการเป้าหมายเดียวกัน ตามสมการดังนี้

$$\text{Maxprofit}_Z = \sum_{i=1}^n T_{Dn_i} P_i \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n T_{Dn_i} = Xc_i N_i \quad (2)$$

$$\left[\frac{D_i}{N_i} \right] = Xc_i, \forall i \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n Xc_i V_i \leq \alpha \text{Cont}_i \quad (4)$$

$$Dn_i \geq D_i, \forall i \quad (5)$$

$$Xc_i, D_i, Dn_i \geq 0, \forall i \quad (6)$$

โดยสมการที่ (1) หาผลกำไรเมื่อขายสินค้าได้ทั้งหมด สมการที่ (2) หาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าแต่ละรายการ สมการที่ (3) หาจำนวนคลังบรรจุสินค้าแบบเต็มจำนวน สมการที่ (4) หาปริมาตรความจุสินค้า ไม่ให้เกินปริมาตรขนาดตู้รถบรรทุกสินค้า สมการที่ (5) ตัวแปรปริมาณสั่งซื้อสินค้า สมการที่ (6) กำหนดตัวแปร

2.3.2 ดัชนี (Indict)

i	=	รายการสินค้าที่สั่งซื้อ เมื่อ $i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$
P_i	=	กำไรของสินค้า i หน่วย (บาท/หน่วย)
N_i	=	จำนวนสินค้าต่อถังของสินค้า i หน่วย
D_i	=	ปริมาณความต้องการสินค้าที่สั่งซื้อ i หน่วย
$Order_i$	=	ปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อ i หน่วย
Xu_i	=	จำนวนคลังบรรจุสินค้า i หน่วยที่พิเศษขึ้นเพื่อให้สินค้าเพิ่มแบบเต็มจำนวนถัง
V_i	=	ขนาดปริมาตรความจุของคลังบรรจุสินค้า i หน่วยเป็น cm^3

α = ค่าอัตราประโยชน์สูงสุดของปริมาตรความจุถังบรรจूसินค้า
ของตู้รถบรรทุก (งานวิจัยนี้กำหนดไว้ที่ 0.95)

D_i = ปริมาณความต้องการสินค้า i หน่วย

2.3.3 พารามิเตอร์ (Parameters)

V_{Cont_1} = ขนาดตู้ของรถบรรทุก M มีปริมาตรความจุ = $19,744,230 \text{ cm}^3$

V_{Cont_2} = ขนาดตู้ของรถบรรทุก L มีปริมาตรความจุ = $38,462,840 \text{ cm}^3$

V_1 = ขนาดถังบรรจूसินค้า A มีปริมาตรความจุ = $29,849 \text{ cm}^3$

V_2 = ขนาดถังบรรจूसินค้า B มีปริมาตรความจุ = $23,521 \text{ cm}^3$

V_3 = ขนาดถังบรรจूसินค้า C มีปริมาตรความจุ = $50,219 \text{ cm}^3$

2.4 การคำนวณต้นทุนค่าเสียโอกาสในการไม่ได้รับสินค้าเพื่อจำหน่าย

กำหนดให้ ต้นทุนค่าเสียโอกาส = ปริมาณสินค้าที่ไม่ได้รับ (หน่วย) $\times$ กำไรสินค้าต่อหน่วย (บาท)
เช่น สินค้า YPL100 สั่งซื้อสินค้า จำนวน 125 หน่วย ได้รับสินค้า 100 หน่วย คำนวณต้นทุนค่าเสียโอกาส
ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ต้นทุนค่าเสียโอกาส} &= (125 - 100) \times 2 \\ &= 25 \times 2 \\ &= 50 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ดังนั้น ต้นทุนค่าเสียโอกาสของสินค้า YPL100 เท่ากับ 50 บาท

2.5 การนำโปรแกรม Microsoft Excel มาประยุกต์ใช้ในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

การกำหนดตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ต้องเพิ่มเครื่องมือเข้าไปใช้งานด้วยการ Add-in เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (ธีรวัฒน์ คำพรมมี และคณะ, 2562) ภายใต้ข้อจำกัด เงื่อนไขและสมการเป้าหมาย ซึ่งจะได้คำตอบที่ให้ค่าสูงสุด (Maximisation) หรือค่าต่ำสุด (Minimisation) คุณลักษณะพิเศษของโปรแกรมหาค่าเหมาะที่สุดยังเป็นโปรแกรมพื้นฐานทั่วไปที่มีใช้ในหน่วยงานหรือองค์กร ตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel คำนวณหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดในการกำหนดตัวแบบปริมาณการสั่งซื้อสินค้าของสถานประกอบการ

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อสินค้าและการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสมต่อความต้องการและไม่เกินพื้นที่ความจุของตู้คอนเทนเนอร์รถบรรทุก ควบคุมความเย็น ขนาด 6 ล้อ การนำปริมาณการสั่งซื้อมาประมวลผลด้วยข้อมูลจริงจากกรณีศึกษา เนื่องจากข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อสินค้าเป็นแบบสั่งซื้อคงที่ (Fixed Order) และกำหนดเวลาในการจัดส่งสินค้าคงที่ (Fixed Lead Times) เป็นข้อมูลในการทดสอบตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าแต่ละรายการที่เหมาะสมและได้ผลกำไรสูงสุด

3.1 ผลการวิเคราะห์ตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์

จากข้อมูลตามตารางที่ 3 ปริมาณสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสมตามรายการต่างๆ เช่น สินค้า YPL100 มีความต้องการสินค้าเพื่อจำหน่าย 15,423 หน่วย คิดเป็นจำนวนลังบรรจุสินค้า 154.23 ลัง แต่สินค้าต้องเติมลังเพื่อเพิ่มอรรถประโยชน์พื้นที่การบรรจุสินค้า 155 ลัง จึงได้รับสินค้า 15,500 หน่วย เนื่องจากลังบรรจุสินค้าได้ 100 หน่วย เช่นเดียวกันรายการสินค้าอื่น โดยในการสั่งซื้อครั้งนี้ใช้ปริมาตรในการบรรจุทุกสินค้าเท่ากับ $18,715,323 \text{ cm}^3$ คิดเป็นร้อยละ 99.78 ของปริมาตรความจุบนตู้รถบรรทุก

ตารางที่ 3 ผลการหาค่าตอบปริมาณการสั่งซื้อสินค้าวันอังคาร

Product	D_i	Xc_i	T_Xc_i	T_Dn_i	Expected Profit
YPL100	15,423	154.23	155	15,500	31,000.00
YPS100	13,689	136.89	137	13,700	27,400.00
YPP100	13,524	135.24	136	13,600	27,200.00
YPS100	13,741	137.41	138	13,800	27,600.00
YPL180	784	14.52	15	810	2,025.00
YPO180	842	15.59	16	864	2,160.00
YPP180	745	13.80	14	756	1,890.00
YPS180	853	15.80	16	864	2,160.00
Total	59,601	623.47	627	59,894	121,435.00

จากข้อมูลตามตารางที่ 4 ปริมาณสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสมตามรายการต่างๆ เช่น สินค้า MPO200 มีความต้องการสินค้าเพื่อจำหน่าย 3,560 หน่วย คิดเป็นจำนวนลังบรรจุสินค้า 71.20 ลัง แต่สินค้าต้องบรรจุเต็มลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพื้นที่ใช้ประโยชน์ 72 ลัง จึงได้รับสินค้า 3,600 หน่วย เนื่องจากลังบรรจุสินค้าได้ 50 หน่วย เช่นเดียวกันรายการสินค้าอื่น โดยในการสั่งซื้อครั้งนี้ใช้พื้นที่ในการบรรจุทุกสินค้าเท่ากับ $36,535,868.00 \text{ cm}^3$ คิดเป็นร้อยละ 99.99 ของปริมาตรความจุบนตู้รถบรรทุก

ตารางที่ 4 ผลการหาค่าตอบปริมาณการสั่งซื้อสินค้าวันพฤหัสบดี

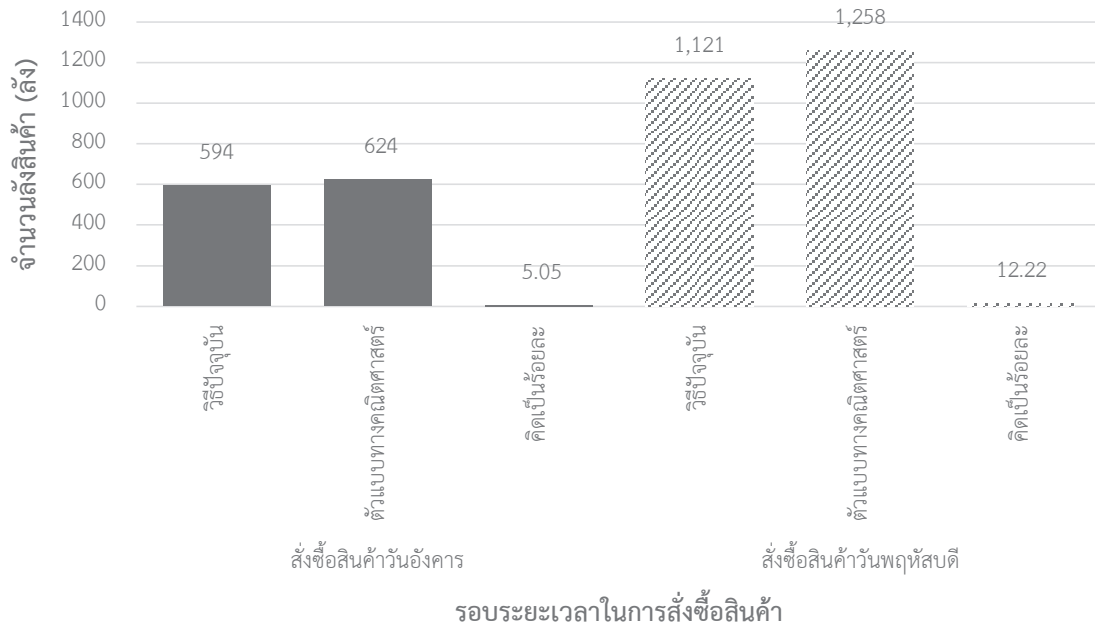
Product	D_i	Xc_i	T_Xc_i	T_Dn_i	Expected Profit
MPO200	3,560	71.20	72	3,600	12,600.00
MPO1000	2,520	264.60	265	2,650	13,250.00
MPON180	10,670	197.59	198	10,692	26,730.00
MPSW180	3,698	68.48	69	3,726	9,315.00
MPCH180	11,890	220.19	221	11,934	29,835.00
MPCA180	1,300	24.07	25	1,350	3,375.00
MPST180	2,175	40.28	41	2,214	5,535.00

ตารางที่ 4 ผลการหาคำตอบปริมาณการสั่งซื้อสินค้าวันพฤหัสบดี (ต่อ)

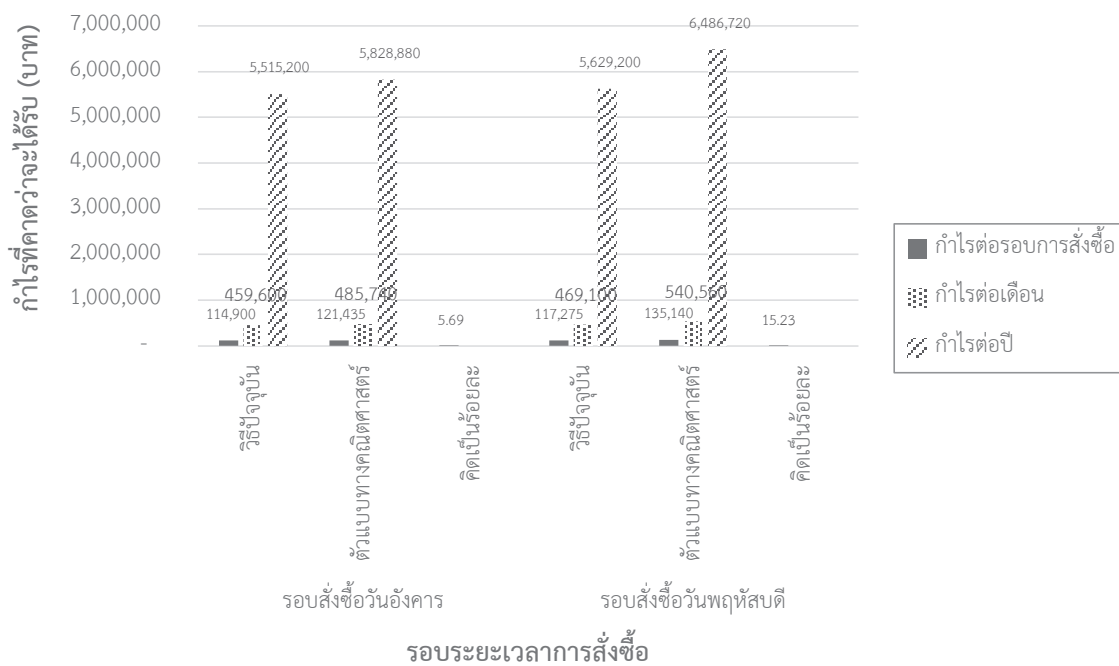
Product	D_i	Xc_i	T_Xc_i	T_Dn_i	Expected Profit
YCN120	2,110	70.33	71	2,130	6,390.00
YCL120	1,780	59.33	60	1,800	5,400.00
YCS120	2,260	75.33	76	2,280	6,840.00
YCM120	1,645	54.83	55	1,650	4,950.00
YCP120	473	15.77	16	480	1,440.00
YCB120	1,198	39.93	40	1,200	3,600.00
MPO2000	587	48.92	49	588	5,880.00
Total	45,866	1,250.86	1,258	46,294	135,140.00

3.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์

เพื่อให้การประเมินประสิทธิภาพตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์กับวิธีปัจจุบันด้วยการเปรียบเทียบเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยนำอัตราประโยชน์ปริมาตรความจุของรถบรรทุกมาพิจารณาจากจำนวนลังสินค้า พบว่า การสั่งซื้อสินค้าวันอังคาร สามารถบรรทุกลังบรรจุสินค้าจากวิธีปัจจุบัน จำนวน 594 ลัง ตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 624 ลัง เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.05 และสั่งซื้อสินค้าวันพฤหัสบดี สามารถบรรทุกลังบรรจุสินค้าจากวิธีปัจจุบัน จำนวน 1,121 ลัง ตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 1,258 ลัง เพิ่มขึ้นร้อยละ 12.22 ดังภาพที่ 3 อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้นำผลกำไรที่คาดว่าจะได้รับเมื่อจำหน่ายสินค้าได้ทั้งหมดต่อรอบการสั่งซื้อ พบว่า การสั่งซื้อสินค้าวันอังคาร มีกำไรต่อรอบการสั่งซื้อด้วยวิธีปัจจุบัน เป็นเงิน 114,900 บาท 459,600 บาท 5,515,200 บาท ตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ เป็นเงิน 121,435 บาท 485,740 บาท 5,828,880 บาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.69 และการสั่งซื้อสินค้าวันพฤหัสบดี มีกำไรต่อรอบการสั่งซื้อด้วยวิธีปัจจุบัน เป็นเงิน 117,275 บาท 469,100 บาท 5,629,200 บาท ตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ เป็นเงิน 135,140 บาท 540,560 บาท 6,486,720 บาท ตามลำดับ เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.23 แสดงดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอรรถประโยชน์ปริมาตรความจุของตู้บรรจุสินค้า
ระหว่างวิธีปัจจุบันกับตัวแบบทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบผลกำไรที่คาดว่าจะได้รับระหว่างวิธีปัจจุบันกับตัวแบบทางคณิตศาสตร์

4. การสรุปผล

งานวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน ด้วยรถบรรทุกควบคุมอุณหภูมิ ขนาด 6 ล้อ ซึ่งพิจารณาประโยชน์ด้านพื้นที่ผู้บรรทุกสินค้าและผลกำไรที่คาดว่าจะได้รับเมื่อจำหน่ายสินค้าได้ทั้งหมด พบว่าตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ในการหาปริมาณการสั่งซื้อสินค้า ด้วยเงื่อนไขการสั่งซื้อแบบเต็มคันมีความเหมาะสมและเป็นทางเลือกให้กับผู้ประกอบการใช้ดำเนินธุรกิจที่ก่อให้เกิดผลกำไรสูงสุด อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวควรศึกษาวิธีการจัดเรียงสินค้าและต้นทุนการขนส่งสินค้า เพื่อให้สถานประกอบการนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เค. ดิสทริบิวชั่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านเวลาและข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- ฐิติมา วงศ์อินตา, ชุตติมา หวังรุ่งชัยศรี และอนิรุทธ์ ชันธะสะอาด. (2561). กระบวนการลดต้นทุนค่าขนส่งและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางเดินรถแบบมิลค์รัน สำหรับกรณีศึกษา บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, 8(1), 71–90.
- ณฐา คุปต์ชัยเอียร. (2558). *การวางแผนและการควบคุมการผลิต*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐวดี งามณรงค์พงษ์ และกนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์. (2558). การพัฒนาอภิวรรดิศาสตร์เพื่อจัดเรียงสินค้า กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. *วารสาร ThaiVCML*, 8(1), 58–71.
- ธีรวัฒน์ คำพรมมี, สุทธิพงษ์ ครุฑพาหะ, ณัฐพร ตั้งเจริญชัย, สุกฤษฎ์ เพชรสวัสดิ์ และธัชชัย เทพกรณ์. (2562). การแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตด้วยวิธีแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา สถานประกอบการผลิตชิ้นส่วนรถบรรทุกในจังหวัดพิษณุโลก. *วารสาร ThaiVCML*, 12(1), 49–61.
- นพดล คณากรยิ่งยง และเจริญชัย โขมพัทธาภรณ์. (2560). การพยากรณ์ของอุปสงค์หลายรูปแบบและการสั่งซื้อแบบตู้คอนเทนเนอร์ที่เหมาะสม กรณีศึกษา อุปกรณ์ออกกำลังกายนำเข้า. *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน*, 5(1), 1–11.
- สุดหทัย วิไลรัตน์. (2551). การลดความเสี่ยงด้านจุลินทรีย์ระหว่างกระบวนการขนส่งและการเก็บรักษานมพาสเจอร์ไรส์. ปริญญาเอนกศาสตรมหาบัณฑิต, คณะเภสัชศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนิตยา เกื่อนนาดี, ัญญาพร เหล็กดี, มาริสา สาระจันทร์, วันวิสาข์ แชนสันเทียะ และวรรณวิมล พระเจริญ. (2562). การเปรียบเทียบวิธีกำหนดปริมาณสั่งซื้อสำหรับสินค้าที่ปริมาณความต้องการไม่สม่ำเสมอของร้านค้าปลีกอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 29(3), 388–396.
- อิสริยาพร หลวงหาญ. (2562). การกำหนดตัวแบบอัตราค่าขนส่งสินค้าผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีที่เหมาะสม กรณีศึกษา สำนักงาน อ.ส.ค. สุโขทัย. *วารสาร ThaiVCML*, 12(1), 21–36.