การเลือกผู้ผลิตและเส้นทางสำหรับจัดส่งบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม

นางสาวกมลนัทธ์ อรุณรัตน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Supplier and Route Selection for Feed Packaging Delivery Using Mixed-Integer Programming

Miss Kamolnut Arunrat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเลือกผู้ผลิตและเส้นทางสำหรับจัดส่งบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม
โดย	นางสาวกมลนัทธ์ อรุณรัตน์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดาริชา สุธีวงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทชัย กานตานันทะ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กมลนัทธ์ อรุณรัตน์ : การเลือกผู้ผลิตและเส้นทางสำหรับจัดส่งบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Supplier and Route Selection for Feed Packaging Delivery Using Mixed-Integer Programming) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ, 118 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของบริษัทแห่งหนึ่งที่ประกอบไปด้วย 12 โรงงาน และ ผู้ผลิต 3 ราย โดยพิจารณาผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 188 ชนิด จากเดิมการสั่งซื้อของแต่ละโรงงานจะเป็นอิสระต่อกัน และวางแผนโดยไม่มีเครื่องมือใดๆช่วยตัดสินใจอาศัยเพียงประสบการณ์ในการตัดสินใจ ซึ่งอาจทำให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาด เป็นผลให้ต้นทุนรวมที่สูงตามมา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สร้างแนวทางการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed-Integer Programming) เพื่อช่วยตัดสินใจปัญหาที่ซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่บริษัทและผู้ผลิตกำหนดต่างๆ ซึ่งผลการตัดสินใจนี้จะช่วยลดพัสดุคงคลังในระบบ ลดต้นทุนราคาสินค้าและ ลดค่าใช้จ่ายในการจัดส่ง จากการทำวิจัยนี้พบว่าในช่วงแรกระบบจะตัดสินใจนำพัสดุคงคลังที่ค้างอยู่มาใช้เป็นผลให้ระบบตัดสินใจสั่งซื้อน้อย ทำให้ต้นทุนในช่วงแรกลดลงเป็นจำนวนมาก และเมื่อเวลาผ่านไปพบว่าการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางสามารถลดต้นทุนรวมในระบบเฉลี่ยต่อสัปดาห์ได้ 810,973.87 บาท ซึ่งคิดเป็น 10.66%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

5870320421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: MIXED-INTEGER PROGRAMMING MODEL / CENTRALIZED PURCHASING SYSTEM / SUPPLIER SELECTION / ROUTE SELECTION

KAMOLNUT ARUNRAT: Supplier and Route Selection for Feed Packaging Delivery Using Mixed-Integer Programming. ADVISOR: ASSOC. PROF.WIPAWEE THARMMAPHORNPHILAS, Ph.D., 118 pp.

The purpose of this research is to reduce the cost of ordering feed packaging of a company including 12 production plants, 3 suppliers and 188 SKUs. Currently, each plant staff makes decisions based on his/her own judgement that comes from his/her experience without decision making tools. So, there are some mistakes from his/her decision resulting in high cost. Therefore, the centralized system using mixed-integer programming (MIP) is developed to help making decision in a complex system under the conditions which the company and suppliers defined. This system can reduce holding cost, product cost and transportation cost. This research found that in the initial stage, the model decides to use inventory in the system resulting in small order quantity. Thus, the total costs in the initial stage are extremely reduced. For next stage found that using this centralized system the total costs are reduced per week 10.66% or 810,973.87 baht.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความเมตตาและความช่วยเหลืออย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำ และแนวทางการแก้ปัญหาระหว่างการทำวิทยายิพนธ์เป็นอย่างดี ตลอดจนให้แนวคิด คติเตือนใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดาริชา สุธีวงศ์ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย กรรมการสอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทชัย กานตานันทะ กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ได้สละเวลาพิจารณาวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนะเพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณพี่ๆ พนักงานฝ่ายวางแผนกลางของบริษัทที่ช่วยสนับสนุนข้อมูลต่างๆ รวมไปถึง ครอบครัว เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มิได้กล่าวไว้ในที่นี้ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญรูป ..... ญ
สารบัญตาราง ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทและ หน่วยงานกรณีศึกษา 1
1.2 ที่มาและความสำคัญ 3
1.3 วัตถุประสงค์ 7
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 7
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 7
1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย 11
1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ 11
1.8 ผลที่ได้รับจากงานวิจัย 11
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12
2.1 ทฤษฎีสินค้าคงคลัง (Inventory Control) 12
2.2 การขนส่งเต็มคันรถ (Full Truck Load) 15
2.3 โปรแกรมจำนวนเต็ม (Integer Programming) 15
2.4 โปรแกรมโอพีแอล (Opl Cplex) 17
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย 26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

3.1 รูปแบบปัญหา 26
3.2 แนวทางการแก้ปัญหา 32
3.3 แบบจำลองคณิตศาสตร์ 34
3.3.1 แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับภาพรวมปัญหา 34
3.3.2 แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับฟังก์ชันเชิงเส้นเป็นช่วง (Piecewise Linear Programming) 39
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 44
4.1 ผลเฉลยที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 44
4.2 วิเคราะห์ผลเฉลยที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 49
4.3 การทดสอบใช้ในสถาณการณ์จริง 60
4.4 การทดสอบผลลัพธ์เมื่อต้นทุนการจัดเก็บเปลี่ยนแปลงไป 61
4.5 แผนการดำเนินการเพื่อนำไปปรับใช้กับบริษัทกรณีศึกษา 70
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 73
5.1 สรุปผลการวิจัย 73
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 74
5.3 ข้อเสนอแนะ 75
รายการอ้างอิง 77
ภาคผนวก ก การประมาณการความต้องการใช้ถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของบริษัทกรณีศึกษา .. 80
ภาคผนวก ข ระดับสินค้าคงคลังจากผลการจำลองสถาณการณ์ (หน่วย:ล็อต) 82
ภาคผนวก ค ระดับคงคลังและ จำนวนการสั่งของแต่ละผลิตภัณฑ์ สำหรับเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “การจัดเก็บ” 90
ภาคผนวก ง ตัวอย่างการใช้โปรแกรมเบื้องต้น 105
ภาคผนวก จ ระดับพัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัยที่ทางบริษัทกำหนด 111
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 118

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 วงจรธุรกิจของบริษัทกรณีศึกษา 2
รูปที่ 1.2 ตำแหน่งของโรงงานทั้ง 12 ของบริษัท 2
รูปที่ 1.3 ความสำคัญของผลิตภัณฑ์ประเภท A ที่ประกอบไปด้วย 188 ชนิด 4
รูปที่ 1.4 ปริมาณถุงที่อยู่ในระบบ (มีปริมาณมากเกินกว่าที่จะใส่ในชั้นวางได้) 5
รูปที่ 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 9
รูปที่ 2.1 การจำแนกความสำคัญของสินค้าระดับ A 14
รูปที่ 2.2 วิธีการสร้างโครงสร้างงาน 17
รูปที่ 2.3 หน้าจอโปรแกรมโอพีแอลพร้อมใช้งาน 18
รูปที่ 2.4 ไฟล์รูปแบบของการเขียนในโปรแกรมโอพีแอล 20
รูปที่ 2.5 รูปแบบปัญหาของโปรแกรมโอพีแอล 21
รูปที่ 3.1 ตำแหน่งที่ตั้งของ 12 โรงงานและผู้ผลิต 3 ราย 27
รูปที่ 3.2 เส้นทางที่เฉพาะทางผู้ผลิตรายที่ 1 สามารถจัดส่งให้โรงงานได้ 28
รูปที่ 3.3 เส้นทางที่เฉพาะทางผู้ผลิตรายที่ 2 สามารถจัดส่งให้โรงงานได้ 28
รูปที่ 3.4 เส้นทางที่เฉพาะทางผู้ผลิตรายที่ 3 สามารถจัดส่งให้โรงงานได้ 29
รูปที่ 3.5 การวางแผนสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์แบบกรอบเวลาแบบหมุน 33
รูปที่ 3.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบราคาสินค้ากับจำนวนที่สั่ง 39
รูปที่ 3.7 จุดเปลี่ยนราคาสั่งซื้อ และ ช่วงการสั่งซื้อที่เป็นไปได้ 42
รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบต้นทุนราคาสินค้าในแต่ละสัปดาห์ 45
รูปที่ 4.2 ผลต่างของต้นทุนราคาสินค้าของการสั่งซื้อแบบปัจจุบันและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในแต่ละสัปดาห์ 46
รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งในแต่ละสัปดาห์ 47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.4 ผลต่างของต้นทุนการขนส่งของการสั่งซื้อแบบปัจจุบันและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในแต่ละสัปดาห์ 47

รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบต้นทุนการจัดเก็บในแต่ละสัปดาห์ 48

รูปที่ 4.6 ผลต่างของต้นทุนการจัดเก็บของการสั่งซื้อแบบปัจจุบันและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในแต่ละสัปดาห์ 48

รูปที่ 4.7 รายละเอียดกระบวนการทำงานของวิธีการสั่งซื้อผ่านส่วนกลาง 71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 รายละเอียดเงื่อนไขการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ในรอบ 1 เดือน..... 3

ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างความถี่การจัดส่งของผู้ผลิตรายที่ 2 ที่จัดส่งมายัง 12 โรงงาน ในรอบ 1 เดือน 5

ตารางที่ 1.3 ระยะเวลาที่ถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ค้างในระบบในแต่ละโรงงาน..... 6

ตารางที่ 1.4 แผนการดำเนินงานของงานวิจัยนี้ 11

ตารางที่ 2.1ตัวอย่างค่าใช้จ่ายแต่ละปีแต่ละโครงการของตัวอย่างนี้ 19

ตารางที่ 2.2 รูปแบบปัญหาและวิธีการหาคำตอบจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 25

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดการผลิตถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของผู้ผลิตทั้ง 3 รายให้แต่ละโรงงาน..... 30

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างของข้อมูลนำเข้า $g_{p,j,r}$ กรณีผลิตภัณฑ์ที่ 1 $p = 1$ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของโรงงาน A สามารถสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 1 เท่านั้น 35

ตารางที่ 3.3 ต้นทุนต่อหน่วยที่เปลี่ยนไปของการเปลี่ยนช่วงการสั่งซื้อ..... 40

ตารางที่ 4.1 ต้นทุนด้านต่างๆในช่วง 8 สัปดาห์ของวิธีการสั่งซื้อในปัจจุบันและ การตัดสินใจโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ (บาท) 45

ตารางที่ 4.2 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 1 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิมและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์..... 49

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 1 ในแต่ละสัปดาห์ของวิธีการสั่งซื้อแบบเดิม (ล็อต) 50

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 1 ในแต่ละสัปดาห์ของวิธีการสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ (ล็อต) 50

ตารางที่ 4.5 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิมและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์..... 52

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างวิธีการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ชนิดหนึ่งของบริษัทในปัจจุบัน (ล็อต)... 54

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ชนิดหนึ่งของแบบจำลองคณิตศาสตร์ (ล็อต) 55

ตารางที่ 4.8 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 และผู้ผลิตรายที่ 3 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิมและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์ 55

ตารางที่ 4.9 รายละเอียดการจำลองสถาณการณ์ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ 1 61

ตารางที่ 4.10 ต้นทุนด้านต่างๆ จากการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ของปัญหาในส่วนที่ 1 (บาท) 62

ตารางที่ 4.11 ต้นทุนด้านต่างๆ จากการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ของปัญหาในส่วนที่ 2 (บาท) 63

ตารางที่ 4.12 จำนวนการจัดเก็บ จำนวนครั้งของการสั่งรวม และจำนวนรถที่ผู้ผลิตใช้จัดส่งในช่วง 12 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 2 63

ตารางที่ 4.13 จำนวนการจัดเก็บ จำนวนครั้งของการสั่งรวม และจำนวนรถที่ผู้ผลิตใช้จัดส่งในช่วง 12 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 64

ตารางที่ 4.14 จำนวนการจัดเก็บ จำนวนครั้งของการสั่งรวม และจำนวนรถที่ผู้ผลิตใช้จัดส่งในช่วง 12 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 65

ตารางที่ 4.15 จำนวนการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจากผู้ผลิตแต่ละรายในรอบ 12 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ล็อต) 66

ตารางที่ 4.16 วิธีการดำเนินการสั่งถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของการสั่งซื้อในปัจจุบัน และ การสั่งซื้อโดยใช้ระบบส่วนกลาง 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

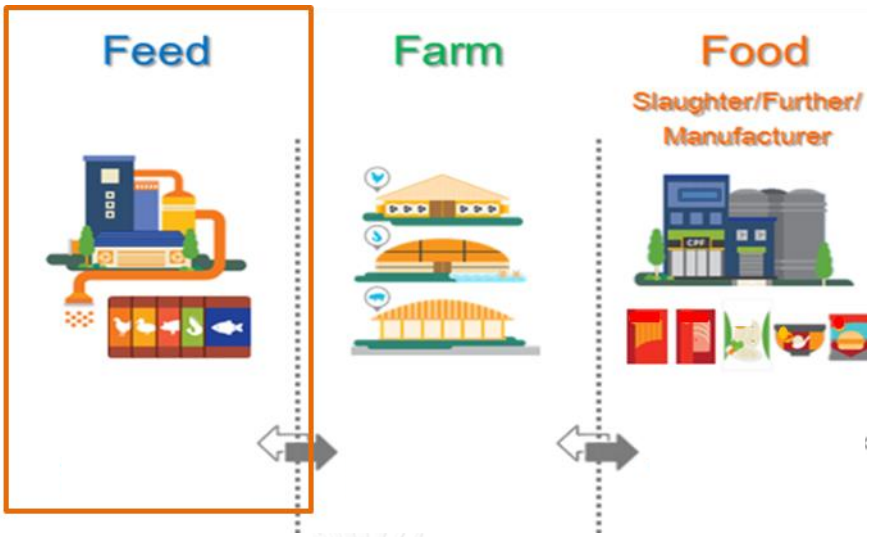
บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันทางบริษัทกรณีศึกษาซึ่งมีจำนวน 12 โรงงานต้องแบกรับต้นทุนการจัดการและการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์เป็นจำนวนมากจากผู้ผลิต 3 ราย บริษัทจึงต้องการหาแนวทางการสั่งซื้อใหม่ในการลดต้นทุนส่วนนี้ลง เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ปัจจุบันการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์ของทั้ง 12 โรงงานเป็นการตัดสินใจของผู้วางแผนในโรงงานนั้นๆ ที่ใช้เพียงประสบการณ์และแนวทางของแต่ละคน โดยพิจารณาเพียงเงื่อนไขการสั่งซื้อจากผู้ผลิตแต่ละรายตามที่บริษัทกำหนด ซึ่งไม่มีเครื่องมือใดๆช่วยในการตัดสินใจ ส่งผลให้ต้นทุนในการสั่งซื้อไม่เหมาะสม เกิดเป็นต้นทุนรวมที่สูง

แนวคิดการสร้างวิธีการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จึงเกิดขึ้น เพื่อช่วยในการตัดสินใจของปัญหาที่มีความซับซ้อน ให้มีประสิทธิภาพ ในเวลาอันรวดเร็ว โดยการสั่งซื้อจากแนวคิดของงานวิจัยนี้จะสามารถลดต้นทุนรวมในระบบได้ เนื่องจากมีระบบช่วยตัดสินใจ ลดความผิดพลาด อีกทั้งยังมีการพิจารณาการจัดส่งหลายๆ โรงงานร่วมกัน ทำให้แต่ละโรงงานสามารถสั่งซื้อเฉพาะในปริมาณที่ต้องการจริง ไม่ต้องพิจารณาการขนส่งที่เต็มคันรถ ส่งผลให้ปริมาณพัสดุคงคลังน้อยลงและ ประหยัดต้นทุนการขนส่งได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะสะท้อนมายังต้นทุนรวมในระบบ

1.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทและ หน่วยงานกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาที่เป็นผู้นำในธุรกิจเกษตรอุตสาหกรรมและอาหารที่มีการดำเนินธุรกิจในลักษณะครบวงจรในภาคพื้นเอเชียและแปซิฟิก โดยกระบวนการผลิตครบวงจรนั้น ได้แก่ การผลิตอาหารสัตว์ การเพาะพันธุ์สัตว์ การเลี้ยงสัตว์เพื่อการค้าและ การแปรรูปเนื้อสัตว์ขั้นพื้นฐาน เป็นต้น ซึ่งแสดงตามรูปที่ 1.1 ซึ่งการศึกษานี้จะมุ่งเน้นไปที่หน่วยงานการผลิตและจำหน่ายอาหารสัตว์บก



รูปที่ 1.1 วงจรธุรกิจของบริษัทกรณีศึกษา [1]

ขอบเขตการศึกษานี้ประกอบไปด้วย 12 โรงงานที่คลอบคลุมทุกภาคในประเทศไทย (แสดงดังรูป 1.2) ทำหน้าที่ผลิตอาหารสัตว์เพื่อจำหน่ายให้แก่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดใหญ่ และเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ผ่านตัวแทนจำหน่ายอาหารสัตว์ที่กระจายอยู่ทั่วประเทศ การกำหนดราคาขายจะพิจารณาจากต้นทุนการผลิตในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งจะสอดคล้องกับราคาตลาดของวัตถุดิบและได้รับการอนุมัติจากกรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์

รูปที่ 1.2 ตำแหน่งของโรงงานทั้ง 12 ของบริษัท

1.2 ที่มาและความสำคัญ

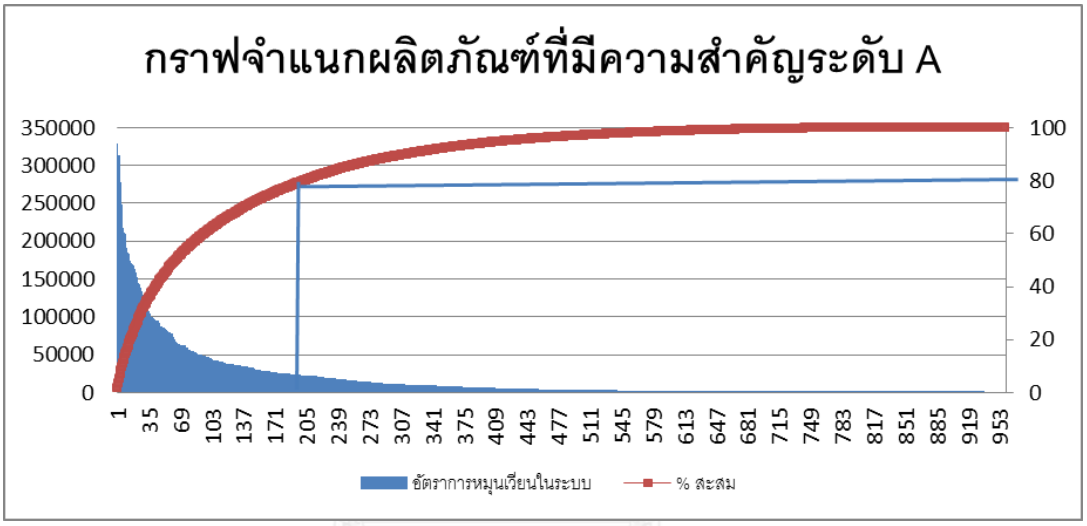
การบริหารบริษัทให้สามารถอยู่ในสภาวะการแข่งขันที่รุนแรงในปัจจุบันได้นั้น ผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องบริหารงานทั้งในส่วนของรายได้และ ต้นทุนให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยให้เกิดรายได้รวมมากที่สุด และมีต้นทุนรวมต่ำที่สุด เพื่อส่งผลให้บริษัทเกิดกำไรที่สูงสุดและสามารถแข่งขัน. ในตลาดได้ ซึ่งในส่วนของการศึกษานี้ พบว่าต้นทุนการจัดการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์มีค่าสูง ซึ่งเป็นต้นทุนส่วนหนึ่งของการผลิต ดังนั้นหากทางบริษัทสามารถบริหารจัดการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ได้อย่างเหมาะสม จะช่วยลดต้นทุนรวมได้

ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาวิธีการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์พบว่า ปัจจุบันการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของทั้ง 12 โรงงาน จะต้องทำการเลือกสั่งซื้อจากผู้ผลิต 3 ราย ตามสัดส่วนที่ตกลงไว้กับทางผู้ผลิต โดยที่การวางแผนสั่งซื้อของทั้ง 12 โรงงานนั้นจะเป็นอิสระต่อกัน กล่าวคือ ไม่มีการควบคุมสั่งซื้อผ่านส่วนกลาง การวางแผนสั่งซื้อเป็นการตัดสินใจของพนักงานที่วางแผนในโรงงานนั้นๆ ที่ไม่มีหลักเกณฑ์แน่นอนตายตัว ไม่มีเครื่องมือใดๆช่วยในการตัดสินใจ ใช้เพียงประสบการณ์ส่วนตัวในการสั่งซื้อ และ พิจารณาเพียงแค่ว่าการสั่งซื้อต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของผู้ผลิตแต่ละราย กล่าวคือ ในแต่ละเดือนผู้ผลิตรายที่ 1 จะต้องได้รับยอดการสั่งไม่ต่ำกว่า 250,000 ใบหรือ 250 ล็อต จากนั้นเมื่อหักยอดที่ทำการสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 1 แล้วผู้ผลิตรายที่ 2 จะต้องได้สัดส่วนการสั่งที่ 70-80% และสัดส่วนที่เหลือจะเป็นของผู้ผลิตรายที่ 3 ซึ่งแสดงในรูปที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 รายละเอียดเงื่อนไขการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ในรอบ 1 เดือน

ผู้ผลิตรายที่ 1	ผู้ผลิตรายที่ 2	ผู้ผลิตรายที่ 3
อย่างน้อย 250,000 ใบ หรือ 250 ล็อต (3 โรงงาน A,B และC)	สั่ง 70-80% (หลังหักยอดการสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 1) (สั่งได้ทุกโรงงาน)	สั่ง 20-30% (หลังหักยอดการสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 1) (6 โรงงาน G,H,I,J,K และ L)

จากวิธีการสั่งซื้อดังกล่าวพบว่า แม้พนักงานจะมีประสบการณ์สูง แต่ยังคงใช้เวลาตัดสินใจนาน ซึ่งพบว่าพนักงานวางแผนบางโรงงานใช้เวลานานถึง 4 วันต่อการสั่ง 1 ครั้ง เนื่องจากความซับซ้อนของเงื่อนไขต่างๆ ประกอบกับต้อง พิจารณาจำนวนถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ที่ต้องทำการสั่งซื้อกว่า 1,000 ชนิด ซึ่งนับเป็นปริมาณที่มาก ในงานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาเฉพาะถุงบรรจุภัณฑ์ที่มีความสำคัญระดับ A เท่านั้น โดยใช้การจำแนกเอบีซี ABC Classify โดยอาศัยหลักการของพาเรโต (Pareto) ที่ให้ความสำคัญกับสินค้าน้อยประเภทแต่มีมูลค่าหรือ การหมุนเวียนสูง ซึ่งคิดเป็น 188 ชนิด แสดงดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ความสำคัญของผลิตภัณฑ์ประเภท A ที่ประกอบไปด้วย 188 ชนิด

นอกจากนี้พบว่า วิธีการสั่งซื้อในปัจจุบันยังส่งผลให้การตัดสินใจมีความผิดพลาดและ ไม่มีประสิทธิภาพมากนัก เนื่องจากการวางแผนของทั้ง 12 โรงงานที่เป็นอิสระต่อกันทำให้ผู้วางแผนสั่งซื้อแต่ละโรงงานไม่ทราบยอดรวมทั้งหมดของผู้ผลิตที่ต้องผลิต รวมถึงไม่ทราบความสามารถในการรองรับจำนวนการผลิตที่เหลือของผู้ผลิต ซึ่งหากในช่วงเวลานั้นมีการสั่งพร้อมๆ กันหลายโรงงานจะส่งผลให้ทางผู้ผลิตไม่สามารถผลิตและจัดส่งได้ทันเวลาจึงเกิดการส่งเร่งด่วน ซึ่งแสดงในตารางที่ 1.2 เป็นผลให้ทางโรงงานขาดความเชื่อมั่นในตัวผู้ผลิตจึงต้องสั่งสินค้าในปริมาณที่มากกว่าเดิม เพื่อเก็บเป็นพัสดุคงคลังไว้ใช้ในสายการผลิต ส่งผลให้เกิดสินค้าค้างในระบบตามมา ซึ่งสามารถพิจารณาได้ตามรูปที่ 1.4 และตารางที่ 1.3 ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะสะท้อนมายังต้นทุนการจัดส่งและการจัดเก็บสูงตามมา

ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างความถี่การจัดส่งของผู้ผลิตรายที่ 2 ที่จัดส่งมายัง 12 โรงงาน ในรอบ 1 เดือน

โรงงาน	จำนวนรอบการจัดส่งใน 1 เดือน	เฉลี่ย (วัน/ครั้ง)
A	10	3
B	8	3.75
C	10	3
D	3	10
E	4	7.5
F	3	10
G	7	4.29
H	2	15
I	1	30
J	8	3.75
K	4	7.5
L	4	7.5

รูปที่ 1.4 ปริมาณถุงที่อยู่ในระบบ (มีปริมาณมากเกินกว่าที่จะใส่ในชั้นวางได้)

ตารางที่ 1.3 ระยะเวลาที่ถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ค้างในระบบในแต่ละโรงงาน

โรงงาน	ระยะเวลาที่ค้างในระบบนานที่สุด (สัปดาห์)	ระยะเวลาเฉลี่ยที่ค้างในระบบ (สัปดาห์)
A	14.76	6.56
B	16.16	5.36
C	5.85	3.53
D	5.98	5.98
E	12.80	6.60
F	10.41	5.93
G	15.20	4.90
H	3.99	3.99
I	11.52	7.36
J	8.55	3.94
K	8.75	5.10
L	6.86	4.43

จากปัญหาที่กล่าวมาพบว่า หากผู้วางแผนสามารถหาวิธีการสั่งซื้อใหม่ที่สามารถ ลดปริมาณการจัดเก็บของพัสดุคงคลัง ลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการสั่งซื้อ (อาทิเช่น ค่าขนส่ง) รวมไปถึงการเลือกพิจารณาปริมาณการสั่งซื้อจากผู้ผลิตแต่ละรายให้เหมาะสม จะสามารถทำให้การจัดการมีประสิทธิภาพ และลดต้นทุนสินค้าได้ โดยที่ในงานวิจัยนี้ ยังคงต้องรักษาเงื่อนไขต่างๆ จากผู้ผลิตต่างๆ ไว้ ทางบริษัทก็จะสามารถลดต้นทุนรวมได้เป็นจำนวนมาก

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดหาวิธีการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของทั้ง 12 โรงงานใหม่ เพื่อให้การสั่งซื้อเป็นระบบ พนักงานวางแผนทำงานได้ง่ายขึ้น ใช้เวลาน้อยลง และผลลัพธ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแล้วพบว่าปริมาณความต้องการใช้ถุงที่แท้จริงมีค่าใกล้เคียงกับค่าประมาณการที่วางไว้ล่วงหน้า (แสดงรายละเอียดที่ภาคผนวก ก.) ทำให้การวางแผนสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์นี้สามารถกำหนดล่วงหน้าได้แน่นอน โดยผู้วิจัยจะใช้ระบบการสั่งซื้อผ่านส่วนกลาง เพื่อให้เห็นภาพรวมการสั่งของทุกโรงงาน จำนวนการใช้ถุง และจำนวนคงคลังโดยรวมของทั้ง 12 โรงงาน จะได้มีการตัดสินใจสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยพิจารณาการสั่งซื้อของแต่ละโรงงานให้

เหมาะสมกับผู้ผลิตแต่ละรายโดยที่สัดส่วนการสั่งยังคงเป็นไปตามเงื่อนไข นอกจากนี้ยังมีการพิจารณาการขนส่งร่วมกัน เนื่องจากบางกลุ่มโรงงานมีระยะห่างระหว่างกันไม่มากนักจึงสามารถกำหนดให้ผู้ผลิตจัดส่งคันรถเดียวกันไปหลายๆ โรงงานพร้อมกันได้เพื่อประหยัดต้นทุนในการจัดส่ง [2, 3]

1.3 วัตถุประสงค์

พัฒนาวิธีการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของ 12 โรงงาน โดยพิจารณาเลือกผู้ผลิต และเส้นทางการจัดส่งเพื่อลดต้นทุนรวม

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

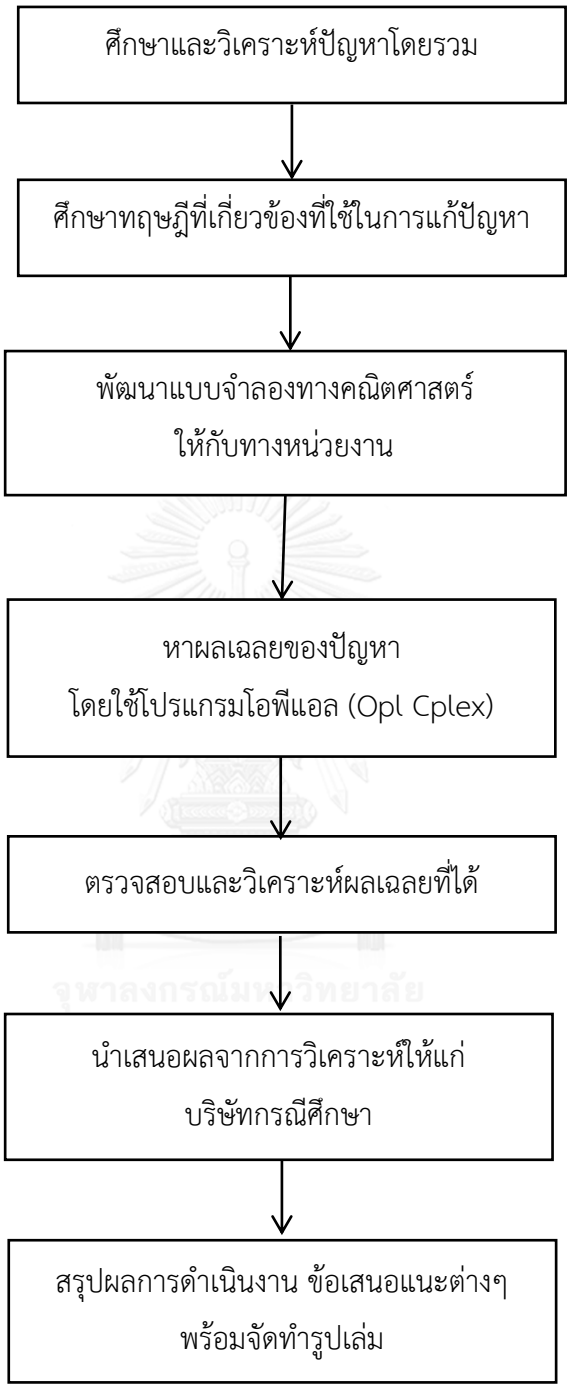
1. พิจารณาพฤติกรรมครอบคลุมทั้ง 12 โรงงาน และผู้ผลิต 3 ราย
2. พิจารณาถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ทั้งหมด 188 ชนิดซึ่งมาจากการจำแนกความสำคัญ เอบีซี (ABC Classify)
3. ข้อมูลต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์ใช้ค่าที่มาจากทางบริษัทได้แก่
    - อัตราการใช้ถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์เป็นค่าที่มาจากการประมาณการของหน่วยงานวางแผนจึงสามารถกำหนดค่าได้แน่นอน
    - ค่าระดับสินค้าขั้นต่ำเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) เป็นค่าที่ทางบริษัทเป็นผู้กำหนด
    - สำหรับต้นทุนค่าจัดเก็บแต่ละชนิดทางบริษัทกำหนดให้เป็น 2.5% ของราคาสินค้าต่อเดือน แต่ในงานวิจัยนี้จะทดลองตั้งแต่ 1-2.5% ต่อเดือน

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาปัญหาการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ที่เหมาะสมของ 12 โรงงานผ่านส่วนกลางนี้ ได้มีการสอบถามและสืบค้นข้อมูลรวมไปถึงปัญหาต่างๆ จากหน่วยงานวางแผนผลิตอาหารสัตว์บกของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งจากการศึกษาและสอบถาม ทำให้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐาน และปัญหาที่ทางบริษัทต้องการปรับแก้

เนื่องจากปัญหาการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของ 12 โรงงานผ่านส่วนกลาง ซึ่งใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) นั้นจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลต่างๆ อาทิเช่น ปัญหาของระบบ การสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ในปัจจุบัน รวมถึงเงื่อนไขต่างๆ ในการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์จากผู้ผลิตทั้ง 3 ราย เพื่อจะนำมาทำการศึกษาให้รัดกุมและครอบคลุมถึงปัญหามากที่สุด อีกทั้งข้อมูลที่ได้ต้องเป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องแม่นยำ เพื่อนำมาใช้กับโปรแกรมเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming) รวมไปถึงข้อมูล ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ต้องใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมเพื่อให้ได้ข้อมูลและวิธีการอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งขั้นตอนในการดำเนินงานแสดงให้เห็นดังรูป 1.5 และแผนการดำเนินงานดังตารางที่ 1.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาโดยรวม

จากการศึกษาวิธีการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ พบว่าผู้วางแผนทั้ง 12 โรงงาน จะใช้เวลาในการสั่งซื้อที่นาน เนื่องจากความซับซ้อนของเงื่อนไขต่างๆ อีกทั้งคำตอบที่ได้ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ซึ่งสะท้อนมายังปริมาณพัสดุคงคลังที่ค้างอยู่ในระบบ และเป็นผลให้ต้นทุนรวมในระบบสูงตามมา

2. ศึกษาศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลเฉลยที่เหมาะสม รวมไปถึงทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเหมาะสมที่สุด โดยการค้นคว้าจากแหล่งที่มาต่างๆ เช่น หนังสือ อินเตอร์เน็ต บทความวิทยานิพนธ์และงานวิจัยต่างๆ จากนั้นจะทำการประยุกต์ทฤษฎีเพื่อจำลองปัญหาโดยการใช้โปรแกรมจำนวนเต็มผสมเชิงเส้น (Mixed-Integer Linear Programming) เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์กำหนดข้อจำกัดต่างๆ ซึ่งนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าและวิเคราะห์มาแล้วในขั้นต้นมาใช้ เพื่อจะได้ปัญหาที่กระชับรัดกุม เป็นการตีกรอบของปัญหาให้แคบลงที่สุด ทำให้ปัญหาที่ได้มีความใกล้เคียงความเป็นจริง

3. นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้กับบริษัทกรณีศึกษา

เมื่อมีการสร้างแบบจำลองของปัญหาเสร็จ เราจะต้องมีการนำเสนอให้กับหน่วยงานวางแผนผลิตอาหารสัตว์บกของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อให้แน่ใจได้ว่าแบบจำลองที่สร้างมานั้นมีความถูกต้องครอบคลุมถึงปัญหา และสามารถนำไปเป็นแผนปรับใช้ได้จริง

4. หาผลเฉลยของปัญหาโดยใช้โปรแกรมโอพีแอล (Opl Cplex)

เมื่อมั่นใจแล้วว่าแบบจำลองของทางคณิตศาสตร์ ถูกต้อง ครอบคลุม และสามารถนำมาปรับใช้ได้จริง จึงจะทำการหาคำตอบของปัญหาผ่านโปรแกรมโอพีแอล

5. ตรวจสอบและวิเคราะห์ผลเฉลยที่ได้

ทำการตรวจสอบผลเฉลยได้จากการแก้ปัญหาเพื่อยืนยันความถูกต้อง ซึ่งหากพบข้อผิดพลาดก็จะนำมาปรับปรุงและแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น จากนั้นจะทำการตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง และทำการวิเคราะห์ผลจากการดำเนินงานให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน

6. นำเสนอผลจากการวิเคราะห์ให้แก่บริษัทกรณีศึกษา

เพื่อให้ทราบถึงผลลัพธ์ และวิธีการ เพื่อที่หน่วยงานวางแผนผลิตอาหารสัตว์บก ของบริษัทกรณีศึกษาจะได้นำไปปรับใช้เป็นแผนต่อไป

7. สรุปผลการดำเนินงาน ข้อเสนอแนะต่างๆ และการจัดทำรูปเล่ม

1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.4 แผนการดำเนินงานของงานวิจัยนี้

ขั้นตอนในการดำเนินงาน	ปี 2559							ปี 2560					
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
1. ศึกษาปัญหาและวิเคราะห์ผลโดยรวม	■	■	■										
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการแก้ปัญหา			■	■	■								
3.พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้กับหน่วยงาน					■	■	■	■					
4. หาผลเฉลยของปัญหาโดยใช้โปรแกรมโอพีแอล								■	■				
5. ตรวจสอบและวิเคราะห์ผลเฉลยที่ได้									■	■			
6. นำเสนอผลการวิเคราะห์ให้แก่บริษัทกรณีศึกษา										■	■	■	
7. สรุปผลการดำเนินงาน ข้อเสนอแนะต่างๆ พร้อมจัดทำรูปเล่ม												■	■

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถลดต้นทุนรวมในระบบได้
2. ลดพื้นที่ในการจัดเก็บพัสดุคงคลัง
3. ลดความยุ่งยาก ในการวางแผนของพนักงาน
4. เป็นแนวทางการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของ 12 โรงงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.8 ผลที่ได้รับจากงานวิจัย

โปรแกรมที่สามารถช่วยตัดสินใจการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของ 12 โรงงาน เช่นในแต่ละช่วงเวลาผลิตภัณฑ์ใดควรสั่งซื้อเป็นจำนวนเท่าไหร่ จากผู้ผลิตรายไหน เป็นจำนวนเท่าไหร่หรือในแต่ละช่วงเวลาผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในแต่ละโรงงานควรจัดเก็บเท่าไหร่ เป็นต้น

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ โดยเริ่มตั้งแต่ ทฤษฎีสินค้าคงคลัง การขนส่งเต็มคันรถ โปรแกรมเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม และ ทฤษฎีโปรแกรมการหาคำตอบซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ซอฟต์แวร์โปรแกรมโอพีแอล (Opl Cplex)

2.1 ทฤษฎีสินค้าคงคลัง (Inventory Control)

สินค้าคงคลัง หรือสินค้าคงเหลือ (Inventory) เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับธุรกิจ เพราะจัดเป็นสินทรัพย์หมุนเวียนรายการหนึ่งซึ่งธุรกิจพึงมีไว้เพื่อให้การผลิตหรือ การขาย สามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น การมีสินค้าคงคลังมากเกินไปอาจเป็นปัญหากับธุรกิจ ทั้งในเรื่องต้นทุนการเก็บรักษาที่สูง สินค้าเสื่อมสภาพ หมดอายุ ล้าสมัย ถูกขโมย หรือสูญหาย นอกจากนี้ยังทำให้สูญเสียโอกาสในการนำเงินที่จมอยู่กับสินค้าคงคลังนี้ไปหาประโยชน์ในด้านอื่นๆ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าธุรกิจมีสินค้าคงคลังน้อยเกินไป ก็อาจประสบปัญหาสินค้าขาดแคลนไม่เพียงพอ (Stock Out) สูญเสียโอกาสในการขายสินค้า ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของผู้ประกอบการในการจัดการสินค้าคงคลังของตนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมไม่มากหรือน้อยจนเกินไป [4]

1. <u>ปัจจัยที่ใช้ในการกำหนดปริมาณของสินค้าคงคลัง</u>

การพิจารณาถึงปริมาณของสินค้าคงคลังในระดับที่ถูกต้องนั้นเป็นเรื่องค่อนข้างยาก จึงจำเป็นสำหรับผู้ประกอบการที่ต้องทราบถึงสิ่งที่สามารถนำมาช่วยในการกำหนดปริมาณของสินค้าคงคลังในระดับที่เหมาะสม อันได้แก่

1.1 จุดมุ่งหมายหลักในการมีสินค้าคงคลัง โดยปกติแล้วสินค้าคงคลังมีไว้เพื่อให้การดำเนินธุรกิจเป็นไปอย่างราบรื่น ไม่สะดุดหรือหยุดชะงัก แต่บางครั้งธุรกิจอาจมีจุดมุ่งหมายอื่น เช่นถ้าคาดการณ์ว่าราคาสินค้ามีแนวโน้มจะสูงขึ้นในอนาคต ก็อาจเก็งกำไรโดยเลือกเก็บสินค้าคงคลังในปัจจุบัน เพื่อขายในราคาที่สูงขึ้นในอนาคต ปริมาณของสินค้าคงคลังจึงมีจำนวนมาก หรือบางครั้งได้รับข้อเสนอส่วนลดเงินสดจากผู้จัดส่งวัตถุดิบโดยต้องสั่งซื้อสินค้าเป็นจำนวนมากๆ ในกรณีนี้ต้องเปรียบเทียบถึงผลดีจากส่วนลดเงินสดที่ได้รับ และผลเสียจากค่าใช้จ่ายการบริหารสินค้าคงคลังที่เพิ่มขึ้น

1.2 ยอดขายในอดีตของธุรกิจ โดยผู้ประกอบการสามารถนำยอดขายที่เกิดขึ้นในอดีตของตนมาพยากรณ์ยอดขายที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ทั้งนี้การกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังของธุรกิจจะแปรผันโดยตรงกับยอดขายที่พยากรณ์ได้นั่นเอง ถ้าขายมาก ก็อาจต้องมีปริมาณสินค้าคงคลังในระดับค่อนข้างมาก เพื่อรองรับการขายที่พยากรณ์ไว้นั้น แต่ถ้าเป็นธุรกิจที่พึ่งเกิดขึ้นใหม่ยังไม่มียอดขายในอดีตก็สามารถกำหนดระดับของสินค้าคงคลัง ได้จากการประมาณการยอดขายของตน

1.3 การซื้อขายตามฤดูกาล (Seasonal Selling) ถ้าเป็นธุรกิจที่มีการซื้อขายตามฤดูกาล เช่น ธุรกิจขายร่ม เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝน ยอดขายก็อาจมากกว่าปกติ ดังนั้นระดับของปริมาณสินค้าคงคลังในช่วงฤดูฝนก็จะมากขึ้นตามปริมาณของยอดขายที่เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นยอดขายก็จะลดลงมาสู่ระดับปกติ ซึ่งระดับของปริมาณสินค้าคงคลังก็จะลดลงตาม

การใช้ทฤษฎีคงคลังต้องคำนึงถึงทั้งในส่วนของผู้ผลิตสินค้า ศูนย์กระจายสินค้าขนาดใหญ่ รวมทั้งร้านค้าจำหน่ายรายย่อยอื่นๆ กล่าวคือ หากเป็นการใช้ทฤษฎีคงคลังสำหรับผู้ผลิตสินค้า การวางแผนที่ดีจะต้องคำนึงปริมาณคงคลังของวัตถุดิบต่างๆที่ใช้ในการผลิต นอกจากนี้ยังต้องมีการคำนึงถึงกลยุทธ์ในการจัดเก็บคงคลังของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เพื่อรอการกระจายไปยังผู้บริโภคหรือศูนย์กระจายสินค้าต่อไป

2. <u>ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการบริหารพัสดุคงคลัง</u> [5]

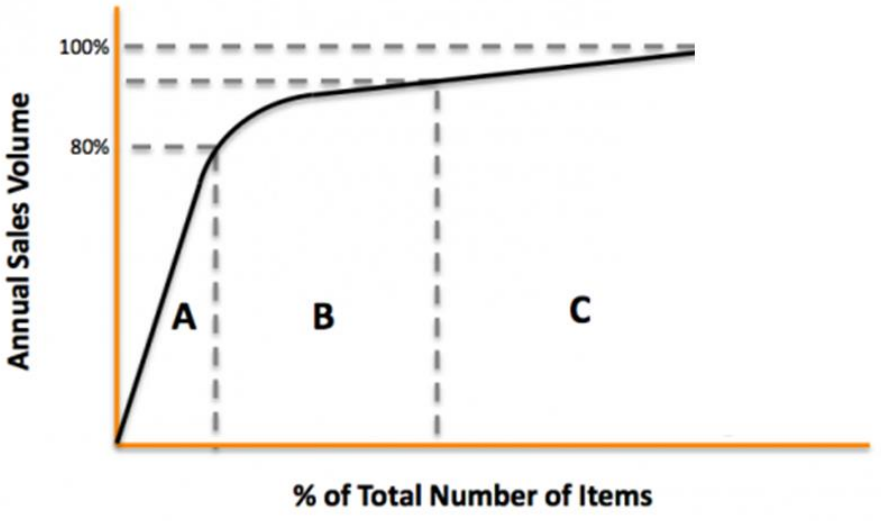
2.1 ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต (Ordering Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการสั่งสินค้าแต่ละครั้ง เช่น ค่าใช้จ่ายในการบริการจัดส่งหรือขนย้ายสินค้า ค่าใช้จ่ายในการจัดทำใบสั่งซื้อ ค่าใช้จ่ายในการเปิดสายการผลิต เป็นต้น ลักษณะค่าใช้จ่ายนี้จะเป็นค่าคงที่ (Fixed Cost) กล่าวคือ ไม่ว่าลูกค้าจะสั่งสินค้าในปริมาณที่มากเพียงใดก็จะเสียในการสั่งซื้อเท่าเดิม

2.2 ค่าใช้จ่ายเมื่อสินค้าขาดมือ (Stock Out Cost) เป็นไปได้ 2 ความหมาย กล่าวคือ เมื่อมีการขาดสินค้าจะต้องมีการสั่งเพิ่มเติม โดยลูกค้าเต็มใจรอคอย ในกรณีนี้บริษัทจะเสียค่าใช้จ่ายในการติดตามงาน ค่าโทรศัพท์ เป็นต้น ซึ่งไม่ได้มากมายนัก แต่การเกิดกรณีเช่นนี้จะส่งผลให้บริษัทเสียชื่อเสียง ซึ่งไม่สามารถประมาณเป็นตัวเงินที่แน่นอน ส่วนอีกความหมายนึงสำหรับการที่สินค้าขาดมือคือ จะทำให้บริษัทเสียโอกาสในการขาย ซึ่งนับเป็นผลเสียหายมากแต่ก็ยากที่จะประมาณเป็นตัวเงินเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงมีการกำหนดระดับการให้บริการ (Service Level) ขึ้น เพื่อลดความสูญเสียเหล่านี้ลง

2.3 ต้นทุนในการจัดเก็บคงคลังหมายถึงค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดเก็บคงคลังเพื่อรอการจำหน่ายหรือการใช้ในการผลิตสินค้าสำเร็จรูป หรืออาจจะรวมถึงค่าใช้จ่ายจากการประกัน พื้นที่จัดเก็บภาษีที่เกิดขึ้นจากการจัดเก็บคงคลัง

3. การจำแนกความสำคัญของสินค้าคงคลัง [6]

การแบ่งประเภทสินค้าคงคลังด้วยระบบเอบีซี (ABC Classification) เป็นวิธีการจัดกลุ่มสินค้าคงคลังที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยแบ่งสินค้าคงคลังออกเป็น 3 ชนิด คือ A , B และ C โดยวิธีนี้อาศัยหลักการของพาเรโต (Pareto) ที่มุ่งให้ความสำคัญในสินค้าจำนวนน้อยแต่มีมูลค่ามาก สำหรับความหมายของสินค้าคงคลังทั้ง 3 ชนิดคือ สินค้ากลุ่ม A เป็นสินค้าคงคลังที่มีมูลค่าในการสั่งซื้อสูงหรือหมุนเวียนสูงที่สุด โดยปกติจะมีจำนวนประมาณ 20% ของรายการสินค้าคงคลังทั้งหมด โดยมีมูลค่าประมาณ 70-80% ของสินค้าทั้งหมด ส่วนสินค้าคงคลังกลุ่ม B นั้น เป็นสินค้าคงคลังที่มีมูลค่าปานกลาง โดยทั่วไปสินค้าคงคลังประเภทนี้จะมีอยู่ประมาณ 30-40% ของสินค้าทั้งหมดและมูลค่าของสินค้าประเภทนี้จะมีค่าประมาณ 15-20% ของมูลค่าสินค้าทั้งหมดและสินค้าคงคลังกลุ่ม C เป็นสินค้าคงคลังที่มีมูลค่าในการสั่งซื้อหรือหมุนเวียนต่ำที่สุด 5-10% ของมูลค่าสินค้า แต่มีจำนวนมากที่สุดโดยประมาณ 50-60% ซึ่งจะแสดงการจำแนกโดยใช้พาเรโต ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การจำแนกความสำคัญของสินค้าระดับ A [7]

2.2 การขนส่งเต็มคันรถ (Full Truck Load)

การขนส่งตรงแบบเต็มตู้ (Full Truck Load: FTL) เป็นการส่งสินค้าจากโรงงานเต็มคันรถตรงไปให้ลูกค้าแต่ละราย โดยสินค้าจะไม่ผ่านคลังสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้าและไม่มีการเปลี่ยนถ่ายยานพาหนะระหว่าง ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าทางด้านเวลาได้ อีกทั้งยังช่วยลดความสูญเปล่าของการขนส่งที่เกิดซึ่งสะท้อนมาเป็นต้นทุนการจัดส่งได้ด้วย [8]

ตัวอย่างการวางแผนขนส่งสินค้าแบบเต็มตู้

หากบริษัทต้องการสั่งสินค้าจากทางผู้ผลิตจำนวน 1,500 ชิ้น โดยตู้บรรจุสินค้า 1 ตู้ จะได้ 400 ชิ้น และผู้ผลิตคิดค่าบริการจัดส่งตู้ละ 200 บาท

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงว่าต้องใช้ตู้บรรจุสินค้าจำนวน 1,500 ÷ 400 = 3.75 ตู้ หมายความว่าในตู้ 1 2 และ 3 จะบรรจุสินค้าไว้เต็มจำนวน 400 ชิ้นรวมเป็น 1200 ชิ้น และสำหรับตู้ที่ 4 จะบรรจุไว้ 300 ชิ้น ซึ่งจะเกิดความสูญเปล่า หากบริษัทไม่ใช้แผนการขนส่งสินค้าแบบเต็มตู้จะทำให้เกิดความสูญเปล่าในการขนส่ง ซึ่งถ้ามีแผนการขนส่งสินค้าแบบเต็มตู้จะมี 2ทางเลือก คือ

1) ลดปริมาณสินค้าที่จะสั่งลง จาก 1,500 ชิ้นให้เหลือ 1,200 ชิ้น ซึ่งจะเห็นว่าเต็มการบรรจุทั้ง 3 ตู้พอดี ทำ[3]ให้ต้นทุนขนส่งต่อหน่วยลดลง ไม่เกิดความสูญเปล่า แต่จะส่งผลต่อระดับการให้บริการ เนื่องจากสินค้าคงคลังลดน้อยลงและมีโอกาสที่สินค้าจะไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

2) เพิ่มปริมาณสินค้าที่สั่งเป็น 1,600 ชิ้น ซึ่งจะทำให้เต็มการบรรจุทั้ง 4 ตู้พอดี ทำให้ต้นทุนขนส่งต่อหน่วยลดลง ไม่เกิดความสูญเปล่า แต่ส่งผลให้ต้นทุนจัดเก็บสินค้าคงคลังที่เพิ่มขึ้นจากการที่มีสินค้าเพิ่มเกินความต้องการ

แม้ว่าการจัดส่งเต็มคันรถจะสามารถลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น แต่การตัดสินใจในการเลือกนั้นขึ้นอยู่กับตัวแปรตัดสินใจหลายตัวมาเปรียบเทียบกัน เช่น ต้นทุนขนส่งสินค้า ต้นทุนจัดเก็บสินค้าคงคลัง ต้นทุนค่าปรับจากลูกค้าในกรณีไม่มีสินค้าให้ ต้นทุนสั่งซื้อ ระดับการให้บริการที่ยอมรับได้

2.3 โปรแกรมจำนวนเต็ม (Integer Programming) [9]

โปรแกรมจำนวนเต็ม (Integer Programming) คือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ที่มีตัวแปรตัดสินใจเป็นจำนวนเต็ม โดยมากจะใช้สำหรับตัดสินใจในระบบงานอุตสาหกรรม เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต การหาเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม เป็นต้น

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะประกอบไปด้วย

- ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) ส่วนใหญ่จะเป็นการหาค่าที่มากที่สุด หรือการหาค่าที่น้อยที่สุด เช่น การหาเส้นทางเดินรถที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยสุด เป็นต้น
- ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) เป็นตัวแปรต่างๆที่ต้องการทราบค่า และกำหนดขึ้นภายใต้เงื่อนไข เช่นควรสั่งซื้อสินค้าเท่าไหร่ เป็นต้น
- เงื่อนไข หรือข้อจำกัด (Constraints) เช่น การขนส่งต้องไม่เกินความสามารถในการจัดส่งของยานพาหนะที่ใช้

โปรแกรมเชิงจำนวนเต็มยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทตามลักษณะของตัวแปรตัดสินใจ

1) โปรแกรมเชิงจำนวนเต็มแท้จริง (Pure Integer Programming) คือ โปรคือแกรมเชิงจำนวนเต็มที่มีตัวแปรตัดสินใจทุกตัวเป็นจำนวนเต็ม
2) กำหนดการเชิงจำนวนเต็มผสม (Mixed Integer Programming) คือ โปรคือแกรมเชิงจำนวนเต็มที่มีตัวแปรตัดสินใจบางตัวเป็นจำนวนเต็ม
3) กำหนดการเชิงจำนวนเต็ศูนย์หนึ่ง (0-1 Integer Programming) คือ โปรแกรมเชิงจำนวนเต็มที่มีตัวแปรตัดสินใจทั้งหมดมีค่าเท่ากับศูนย์หรือหนึ่ง หรือบางครั้งเรียกว่าโปรแกรมฐานสอง (Binary Programming)

<u>การสร้างเงื่อนไข If-Then</u>

ถ้าเงื่อนไข $f(x_1, x_2, \dots, x_n) > 0$ เป็นจริง

จะทำให้เงื่อนไข $g(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0$ เป็นจริงด้วย

แต่ถ้าเงื่อนไข $f(x_1, x_2, \dots, x_n) > 0$ ไม่เป็นจริง

จะทำให้เงื่อนไข $g(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0$ เป็นจริงหรือไม่ก็ได้

เงื่อนไข If-Then จะเขียนสมการได้ดังนี้

$$-g(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq \mathrm{My}$$
$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq \mathrm{M}(1-\mathrm{y})$$
$$\mathrm{y} \in \{0,1\}$$

\

การสร้างเงื่อนไข Either-Or

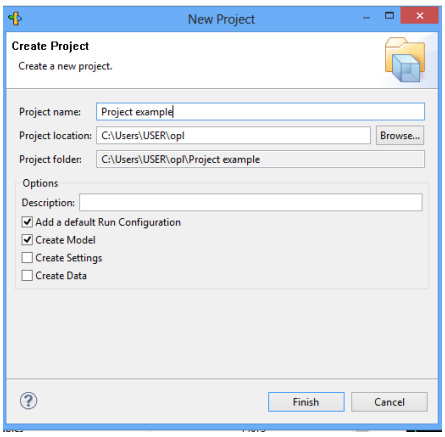
ถ้า $f(x_1, x_2, \ldots, x_n) \leq 0$ เป็นจริง หรือ $g(x_1, x_2, \ldots, x_n) \leq 0$ เป็นจริง หรือ ทั้ง 2 เงื่อนไขเป็นจริง เงื่อนไข Either-Or จะเขียนสมการได้ดังนี้

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) \leq \mathrm{My}$$
$$g(x_1, x_2, \ldots, x_n) \leq \mathrm{M}(1 - \mathrm{y})$$
$$\mathrm{y} \quad \epsilon \{0,1\}$$

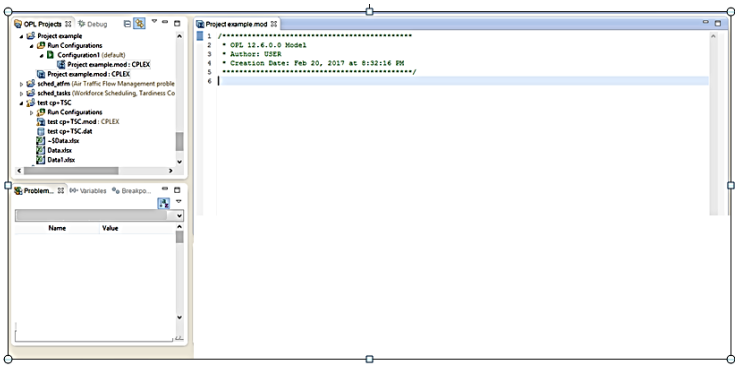
การหาผลลัพธ์ของแบบจำลองมีหลายวิธีเช่น วิธีการแตกติ่งและจำกัดของเขต (Branch and Bound) การใช้กราฟ และการใช้โปรแกรม โปรแกรมที่ใช้ในการหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก็มีอยู่หลายโปรแกรมเช่น เอ็กเซล-โซลเวอร์ (Excel-Solver), ลินโด้ (Lindo) และโปรแกรมโอพีแอล (Opl Cplex) โดยโปรแกรมที่เลือกใช้คือโปรแกรมโอพีแอลซึ่งเป็นลิขสิทธ์ของบริษัทไอบีเอ็ม

2.4 โปรแกรมโอพีแอล (Opl Cplex) [10, 11]

โปรแกรมโอพีแอลเป็นลิขสิทธ์ของบริษัทไอบีเอ็ม ในโปรแกรมจะมีส่วนประกอบเหมือนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คือ การระบุฟังก์ชันวัตถุประสงค์ การกำหนดตัวแปรตัดสินใจ และเงื่อนไขหรือข้อจำกัด การสร้างโปรแกรมโอพีเอลจะเริ่มจากการสร้างโปรเจคใหม่ (New OPL Project) ซึ่งจะเป็นการสร้างไฟล์งาน 2 ไฟล์คือ ไฟล์สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (.mod) และไฟล์สำหรับเก็บข้อมูล (.dat) ซึ่งแสดงวิธีสร้างโครงงานดังรูป 2.2 และหน้าจอโปรแกรมโอพีแอลที่พร้อมใช้งานดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 วิธีการสร้างโครงสร้างงาน



รูปที่ 2.3 หน้าจอโปรแกรมโอพีแอลพร้อมใช้งาน

1) การสร้างไฟล์สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในโปรแกรมโอพีแอล

การสร้างไฟล์สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในโปรแกรมโอพีแอล จะมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

- การกำหนดตัวแปรและการกำหนดพารามิเตอร์ เช่น int profit = ...;
- การกำหนดตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) เช่น dvar Boolean X_{ij} ;

การกำหนดตัวแปร การกำหนดพารามิเตอร์ และการกำหนดตัวแปรตัดสินใจจะต้องบ่งบอกรูปแบบของตัวแปรต่างๆ ซึ่งมีดังนี้

- int ใช้สำหรับกำหนดตัวแปรที่เป็นจำนวนเต็ม เช่น 1 2 3
- float ใช้สำหรับกำหนดตัวแปรที่เป็นจำนวนใดๆ เช่น 1.5 2.6
- boolean ใช้สำหรับกำหนดตัวแปรที่เป็นที่มีค่า 0 หรือ 1
- string ใช้สำหรับกำหนดตัวแปรที่เป็นตัวอักษร เช่น Toyota Honda
- array ใช้สำหรับกำหนดตัวแปรที่เป็นชุดหรือกลุ่มข้อมูล โดยจะมี 2 มิติขึ้นไป
- tuple ใช้สำหรับตัวแปรหรือพารามิเตอร์ที่กำหนดโครงสร้างเอง
- Range ใช้สำหรับระบุช่วงของตัวแปรหรือพารามิเตอร์ เช่น 1..10 หมายถึงข้อมูลมีค่าเป็นจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง 10

- การกำหนดสมการวัตถุประสงค์ จะใช้คำสั่ง Maximum และ Minimum

- การกำหนดเงื่อนไข จะเริ่มต้นด้วยคำสั่ง Subject To โดยจะกำหนดเงื่อนไขอยู่ภายใน {...}
- ผลบวกของตัวแปรตัดสินใจสามารถเขียนได้ดังนี้
    - $\sum_{i \in I}$ = sum(i in I)
    - $\sum_{i=1}^{n}$ = sum(i in 1..n)
    - $\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m}$ = sum(i in 1..n,j in 1..m)
- ถ้ามีเงื่อนไขในรูปแบบเดียวกันหลายเงื่อนไขสามารถเขียนได้ดังนี้
    - $\forall j \in J =$ forall (j in J)
    - $\forall i \in I, \forall j \in J =$ forall (i in I,j in J)
    - $\forall i: i = 1,2,..n =$ forall (i in 1..n)

<u>ตัวอย่างการสร้างไฟล์ในโปรแกรมโอพีแอล</u>

ถ้าผู้ประกอบการต้องการลงทุนในโครงการเพื่อให้ได้ผลตอบแทนการลงทุนที่มากที่สุด ในการลงทุนแต่ละโครงการจะเกิดค่าใช้จ่ายรายปีเป็นเวลา 3 ปี ติดต่อกัน โดยค่าใช้จ่ายสำหรับแต่ละโครงการ ผลตอบแทนโครงการ และเงินลงทุนในแต่ละปีนั้นเป็นดังตารางที่ 2.1 ผู้ประกอบการควรเลือกลงทุนในโครงการใดเพื่อให้ได้ผลตอบแทนมากที่สุด

ตารางที่ 2.1ตัวอย่างค่าใช้จ่ายแต่ละปีแต่ละโครงการของตัวอย่างนี้

โครงการ	ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท/ปี)			ผลตอบแทน (ล้านบาท)
	ปีที่ 1	ปีที่2	ปีที่3	
1	5	1	8	20
2	4	7	10	40
3	3	9	2	20
4	7	4	1	15
5	8	6	10	30
เงินลงทุน (ล้านบาท/ปี)	25	25	25	

จากโจทย์สามารถกำหนดการเชิงจำนวนเต็มได้ดังนี้

$\mathrm{I} = \{1,2,..5\}$ คือ เซตของโครงการ

$J = \{1,2,3\}$ คือ เซตรายปี

ตัวแปรตัดสินใจ

X_i = 1 ถ้าเลือกลงทุนในโครงการ i

= 0 otherwise

พารามิเตอร์

ret_i = ผลตอบแทนโครงการ i

$\mathrm{ex}_{i,j}$ = ค่าใช้จ่ายสำหรับโครงการ i ในปีที่ j

avail_j = เงินลงทุนที่มีในปีที่ j (ล้านบาท)

$$\text{Max } Z = \sum_{i \in I} ret_i X_i$$

$$\sum_{i \in I} ex_{i,j} X_i \leq avail_j \quad ; \forall j \in J \quad \text{(เงินลงทุนต่อปี)}$$

$$X_i \in \{0,1\}$$

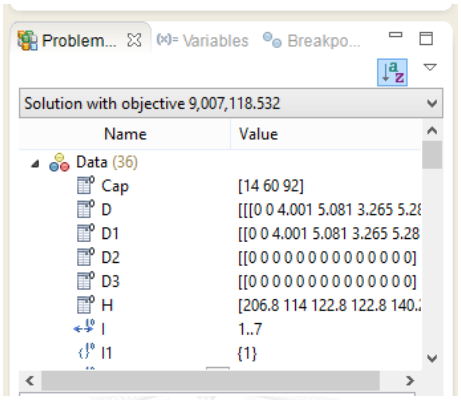
จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถนำมาสร้างไฟล์ได้ดังรูปที่ 2.4

```
int numproject = ...;
int numyear = ...;

range pro = 1..numproject;
range year = 1..numyear;

float return[pro] = ...;
float expense [pro][year]=...;
float avai[year] =...;

dvar boolean x[pro];
maximize sum(i in pro) return[i]* x[i];

subject to {
forall (j in year)
  ct1: sum(i in pro) expense[i][j] * x[i]<=avai[j];
}
```

รูปที่ 2.4 ไฟล์รูปแบบของการเขียนในโปรแกรมโอพีแอล

2) การประมวลผล

ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลหรือประมวลผลนั้น เมื่อรับแบบจำลองด้วยคำสั่ง Run Configuration ผลของแบบจำลองจะอยู่ในส่วนของ Problem Browser ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 รูปแบบปัญหาของโปรแกรมโอพีแอล

3) การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างโปรแกรมเอ็กเซล และ โปรแกรมโอพีแอล

เมื่อข้อมูลนำเข้าถูกเก็บในโปรแกรมเอ็กเซล ผู้เขียนโปรแกรมจะสามารถดึงข้อมูลจากโปรแกรมเอ็กเซลไปสู่โอพีแอลได้โดยตรง และสามารถนำผลเฉลยจากโอพีแอลไปสู่โปรแกรมเอ็กเซลได้ซึ่งแสดงดังนี้

- การอ่านข้อมูลจากโปรแกรมเอ็กเซล

  SheetConnect sheet (“Filename .xls”) ;

  DataName from SheetRead (sheet, “SheetName!Range”) ;

- การเขียนข้อมูลเข้าโปรแกรมเอ็กเซล

  SheetConnection sheet(“Filename .xls”);

  VariableName to SheetWrite(sheet, “ SheetName!Range”) ;

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเลือกสั่งซื้อสินค้าผ่านระบบส่วนกลางโดยพิจารณาการเลือกผู้ผลิตหลายราย ตลอดจนการเลือกจำนวน และขนาดรถที่จัดส่งของผู้ผลิตในแต่ละเส้นทาง สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในส่วนแรกจะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสั่งซื้อผ่านระบบส่วนกลาง จากนั้นจะกล่าวถึงการพิจารณาการเลือกผู้ผลิต และส่วนสุดท้ายจะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง

Munson และ Hu [12] ได้ศึกษาผลกระทบของการใช้ระบบการตัดสินใจสั่งซื้อผ่านส่วนกลางที่มีผลต่อระดับสินค้าคงคลัง โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฮิวริสติกเพื่อหาผลเฉลยที่เหมาะสม จากนั้น Karjalainen [13] ได้ศึกษาผลกระทบด้านต้นทุนของการสั่งซื้อผ่านระบบส่วนกลางโดยการเปรียบเทียบต้นทุนการดำเนินการ และ ศักยภาพของการประหยัดราคา ของการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางและการสั่งซื้อแบบไม่ผ่านส่วนกลาง ซึ่งผลลัพธ์จากงานวิจัยนี้พบว่า การสั่งซื้อแบบส่วนกลางจะสามารถประหยัดต้นทุนได้มากกว่า

สำหรับปัญหาการเลือกผู้ผลิต Aissaoui et al. [14] ได้เสนอวิธีการต่างๆในการสั่งซื้อสินค้าจากผู้ผลิต (พิจารณาสินค้า 1 ชนิด) จากผู้ผลิตต่างๆ ซึ่งแบ่งได้ 2 กลุ่มดังนี้

1) กลุ่มที่มีวัตถุประสงค์ 1 อย่าง วิธีการที่นิยมใช้ได้แก่ โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) โปรแกรมเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed-Integer Programming) โปรแกรมไม่เชิงเส้น (Non-Linear Programming) โปรแกรมเชิงพลวัต (Dynamic Programming) ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะมีวัตถุประสงค์เพื่อหาต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยที่ต้นทุนแต่ละส่วนเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งอาจประกอบไปด้วย ต้นทุนสินค้า ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนคงที่ต่างๆ ต้นทุนการขนส่งหรือ ต้นทุนการจัดเก็บสำหรับหลายช่วงเวลา
2) กลุ่มที่มีวัตถุประสงค์หลายอย่าง วิธีการที่นิยมได้แก่ โปรแกรมที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective Programming) และโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming) สำหรับวัตถุประสงค์ที่พิจารณาเช่น ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยที่ไม่สอดคล้องกับเวลาส่งมอง ซึ่งได้มีการยืนยันว่าทางเลือกนี้มีข้อได้เปรียบกว่าการใช้วัตถุประสงค์เดียว

ในเวลาเดียวกัน Ghodsypour และ O'brien [15] ได้มีการเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาการเลือกซื้อสินค้าจากผู้ผลิตที่มีความหลากหลาย โดยต้องการให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด ซึ่งพิจารณาจากต้นทุนสินค้า (ต่อหน่วยคงที่), ต้นทุนโลจิสติก รวมถึงเงื่อนไขการสั่งอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้จะพิจารณาเพียงสินค้าประเภทเดียว

ต่อมา Hammami et al. [16] ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในลักษณะใกล้เคียงกัน แต่มีการพิจารณาเพิ่มเติมของสินค้าหลายประเภท โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ต้องการให้ต้นทุนต่ำที่สุด ซึ่งประกอบไปด้วย ต้นทุนราคาสินค้า (ต่อหน่วยคงที่) ต้นทุนการจัดเก็บ ต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนคงที่ของการบริหารจัดการผู้ผลิตในกรณีที่เลือกผู้ผลิตรายนั้นๆ จากนั้นจึงทำการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรมโอพีแอล เพื่อให้ได้จำนวนสินค้าแต่ละประเภทที่ต้องสั่งจากผู้ผลิตแต่ละรายในแต่ละช่วงเวลา จากนั้น Pazhani และ Mendoza [17] ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่อ เพื่อพิจารณาปันส่วนปริมาณการสั่งซื้อของผู้ผลิตต่างๆ โดยได้มีการพิจารณาเพิ่มเติมกรณีต้นทุนขนส่งที่มีต้นทุนเป็นค่าฟังก์ชันเชิงเส้นแบบช่วง (Piecewise) กล่าวคือปริมาณการขนส่งต่อคันรถจะมีผลต่อต้นทุนการขนส่งด้วย

ในเวลาเดียวกัน Firouz et al. [18] ได้เสนอปัญหาการเลือกผู้ผลิตจากแหล่งที่มีความหลากหลาย โดยพิจารณาสินค้าเพียง 1 ประเภท ซึ่งงานวิจัยนี้แบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ขั้นตอน คือ 1. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ต้นทุนราคาสินค้า และต้นทุนค่าคงที่กรณีเลือกผู้ผลิตนั้นๆ ต่ำที่สุด เพื่อให้ได้จำนวนการสั่งของผู้ผลิตแต่ละราย 2. เมื่อทราบจำนวนการสั่งของผู้ผลิตแต่ละรายแล้วจึงทำการหาจำนวนที่จัดเก็บ และวิธีการขนส่งโดยใช้ฮิวริสติก แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่ได้กล่าวถึงความต่างของขนาดรถ และเส้นทางการขนส่งร่วมกัน

สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนการขนส่ง โดยเลือกเส้นทางที่เหมาะสมจากตัวเลือกเส้นทางเดิมที่มีอยู่แล้ว ซึ่งจะพิจารณาจากระยะทาง และเวลา ซึ่ง Zhang et al. [19] ได้มีการกล่าวไว้ ในขณะที่ Gao et al. [20]ได้เสนอปัญหาการเลือกเส้นทางจากเส้นทางเดิมที่มีอยู่แล้วเช่นกัน และได้มีการพิจารณาเพิ่มเติมการออกแบบเส้นทางใหม่ โดยใช้วิธีทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm) แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัย 2 ชิ้นนี้ไม่ได้มีการกล่าวถึงขนาดรถและการจัดเก็บ

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนการจัดเก็บมีดังนี้

Vidović et al. [21] ได้เสนอปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งเพื่อเติมเต็มเชื้อเพลิงหลายชนิดจากคลังไปยังสถานีต่างๆในแต่ละวัน ซึ่งได้นำเสนอปัญหาในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ต้นทุนการจัดเก็บ และต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด และเนื่องจากปัญหานี้มีขนาดใหญ่ทำให้ใช้เวลาในการหาคำตอบ (มากกว่า 1 วัน ซึ่งปัญหานี้เป็นแผนการตัดสินใจรายวัน) จึงต้องใช้ heuristic ช่วยหาคำตอบ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้มีการพิจารณารถเพียงขนาดเดียว

ในเวลาเดียวกัน Mirzapour และ Rekik [22] ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เพื่อจัดเส้นทางการขนส่งที่พิจารณาสินค้าหลายชนิด หลายช่วงเวลา โดยพิจารณาการ

ขนส่งจากผู้ผลิตหลายๆที่ มายังโรงงานเป้าหมาย โดยงานวิจัยนี้มีการพิจารณาเพิ่มเติมการถ่ายเทสินค้าจากผู้ผลิตรายที่ 1 มายังผู้ผลิตรายที่ 2 (ฝากจัดเก็บ) เพื่อที่ช่วงเวลาถัดมา รถสามารถมารับของจากผู้ผลิตที่เดียวได้เลย ไม่ต้องผ่านผู้ผลิตหลายที่โดยวัตถุประสงคของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ต้องการให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุนการจัดเก็บ และต้นทุนการขนส่ง อีกทั้งในงานวิจัยนี้สามารถพิจารณารถมากกว่า 1 ขนาด แต่อย่างไรก็ตามในการวิ่งแต่ละครั้งจะสามารถเลือกใช้รถได้เพียง 1 ขนาด และคันเดียวเท่านั้น

สำหรับ Nambirajan et al. [23] ได้เสนอปัญหาที่มีการพิจารณาการขนส่ง 2 ระดับคือส่งจากผู้ผลิตหลายรายมาที่ ศูนย์กระจายสินค้าจากนั้นศูนย์กระจายสินค้าจึงจัดเส้นทางเพื่อส่งสินค้าให้โรงงาน โดยขั้นต้นได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ต้นทุนการขนส่ง และการจัดเก็บต่ำที่สุด โดยพิจารณาสินค้าหลายประเภท และพิจารณารถขนส่งประเภทเดียวเท่านั้น แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้พิจารณาการขนส่งถึง 2 ระดับทำให้การหาคำตอบด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ใช้เวลานานเนื่องจากปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้น จึงต้องมีการใช้ฮิวริสติกเข้าช่วย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดสามารถสรุปลักษณะปัญหา ผู้ทำการวิจัย และวิธีการหาคำตอบได้ดังตารางที่ 2.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.2 รูปแบบปัญหาและวิธีการหาคำตอบจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหา	นักวิจัย	การดำเนินการ
การสั่งซื้อผ่านระบบส่วนกลาง - พิจารณาผลกระทบต่อระดับพัสดุคงคลัง และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	- C. L. Munson and J. Hu (2010) - K. Karjalainen (2011)	- แบบจำลองคณิตศาสตร์ และฮิวริสติก - ฮิวริสติก
การเลือกผู้ผลิต - จำกัดจำนวนรถในการขนส่ง - พิจารณารถขนส่งเพียงประเภทเดียว - พิจารณาสินค้าประเภทเดียว	- S. H. Ghodsypour and C. O'brien (2001) - S. Pazhani, J. A. Ventura, and A. Mendoza (2016) - M. Firouz, B. B. Keskin, and S. H. Melouk (2016)	- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ - แบบจำลองคณิตศาสตร์ และฮิวริสติก - แบบจำลองคณิตศาสตร์ และฮิวริสติก
การเลือกผู้ผลิต - พิจารณาจำนวนรถและขนาดรถที่ใช้ - พิจารณาสินค้าหลายประเภท	R. Hammami, Y. Frein, and A. B. Hadj-Alouane (2016)	- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
การเลือกเส้นทาง - พิจารณารถขนาดเดียว - ในแต่ละครั้งสามารถวิ่งได้ทีละ 1 คัน (จำกัดจำนวนรถ)	- X. Zhang, Z. Zhang, Y. Zhang - G. Gao, B. Zhang, X. Li, and J. Lv	- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และ ฮิวริสติก - วิธีการพันธุกรรม
การจัดเส้นทาง - พิจารณาสินค้าหลายชนิด - พิจารณารถขนส่งเดียวขนาดเดียว	- M. Vidović, D. Popović, and B. Ratković (2014) - R. Nambirajan, A. Mendoza (2016)	- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และ ฮิวริสติก - แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และ ฮิวริสติก
การจัดเส้นทาง - พิจารราสินค้าหลายประเภท - พิจารณาการถ่ายเทสินค้า -จำกัดจำนวนรถ	S. Mirzapour Al-e-hashem and Y. Rekik	- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

บทที่ 3
การดำเนินงานวิจัย

3.1 รูปแบบปัญหา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของบริษัทแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบไปด้วย 12 โรงงาน จากผู้ผลิต 3 ราย โดยต้องการให้เกิดค่าใช้จ่ายดำเนินการต่างๆน้อยที่สุด ซึ่งประกอบไปด้วย ต้นทุนสินค้า ต้นทุนการจัดเก็บสินค้า และ ต้นทุนการสั่งซึ่งในงานวิจัยนี้จะเป็นค่าขนส่งซึ่งมี 2 ส่วนกล่าวคือ ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อคันรถ (Fixed Cost) และใช้จ่ายตามระยะทาง (Variable Cost) (ในกรณีที่ระยะห่างระหว่างโรงงานไม่ไกลกันมาก ทางผู้ผลิตสามารถจัดส่งพร้อมกันได้) ซึ่งแสดงได้ดังนี้

ต้นทุนรวม (3 เดือน) = ต้นทุนสินค้า+ต้นทุนจัดเก็บ+ต้นทุนการสั่ง (หรือในงานวิจัยนี้คือค่าขนส่ง) โดยที่

ต้นทุนสินค้า = ต้นทุนสินค้าในการสั่งจากผู้ผลิตแต่ละราย (บาท/ล็อต) * จำนวนสินค้าที่สั่งจากผู้ผลิต (ล็อต)

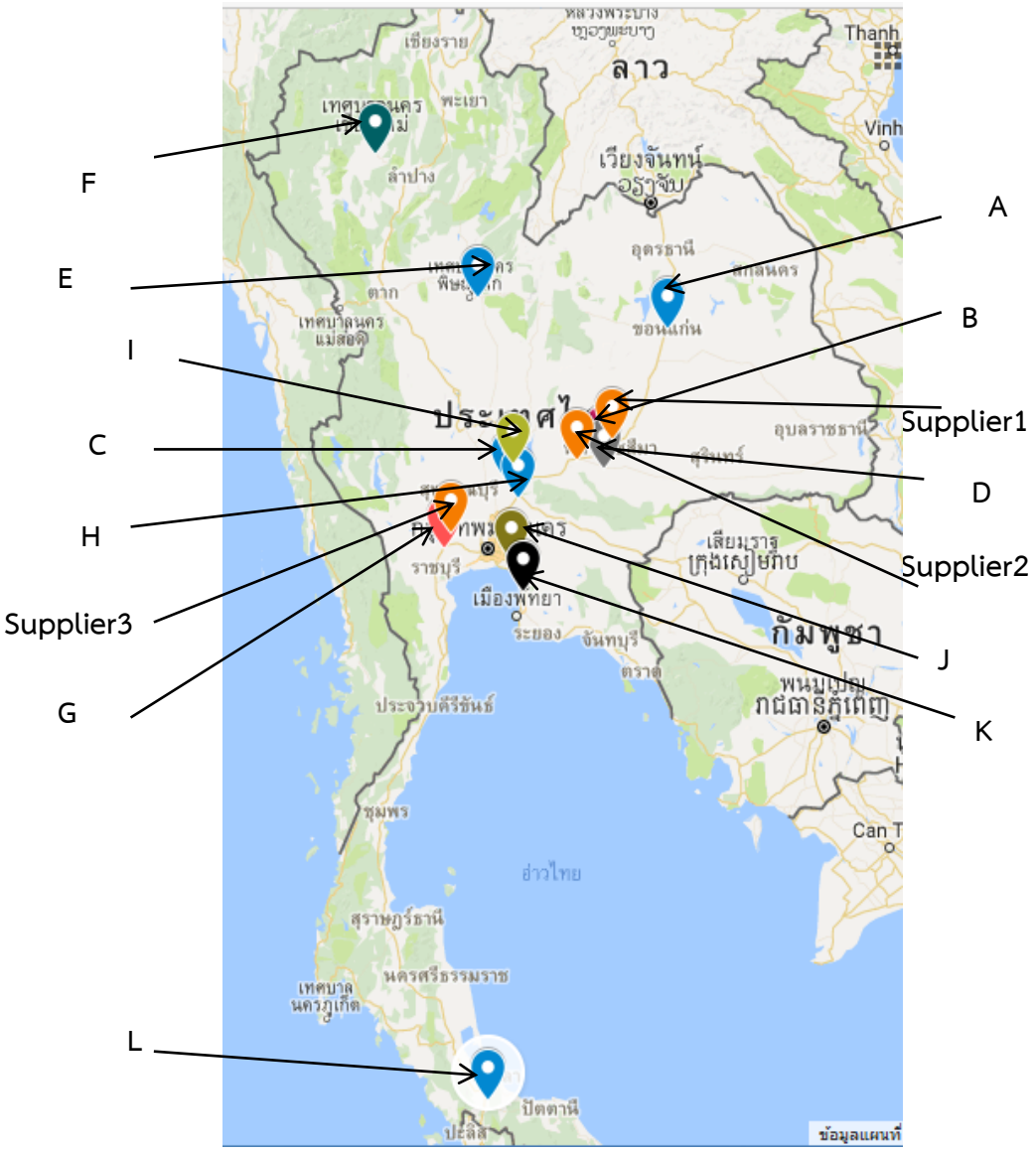
ต้นทุนการจัดเก็บคงคลัง = ต้นทุนการดูแลรักษาในแต่ละโรงงาน (บาท/ล็อต) * จำนวนที่จัดเก็บต่อสัปดาห์ (ล็อต/สัปดาห์) * จำนวนสัปดาห์ (สัปดาห์)

ต้นทุนการขนส่ง = {ต้นทุนการเดินรถแต่ละเส้นทางของรถแต่ละชนิด (บาท/คัน) * จำนวนรถแต่ละชนิดที่ใช้เส้นทางนั้นๆ (คัน)}

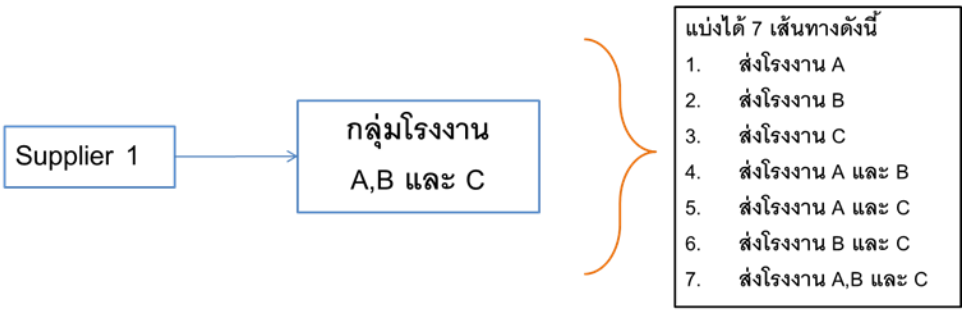
สำหรับเงื่อนไขต่างๆที่นำมาพิจารณาในการสั่งซื้อ การเลือกผู้ผลิต การเลือกเส้นทาง รวมไปถึงการกำหนดปริมาณคงคลัง มีดังนี้

1. ระยะเวลาการตัดสินใจเป็นรายสัปดาห์ โดยวางแผนเป็นระยะเวลา 3 เดือน (12 สัปดาห์)
2. ความต้องการใช้ถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์เป็นที่ทราบแน่นอน (Deterministic) ซึ่งมาจากการประมาณการของบริษัทที่มีความแม่นยำสูง
3. พิจารณาสินค้า 188 ชนิด
4. จำนวนรถขนส่งมีไม่จำกัด

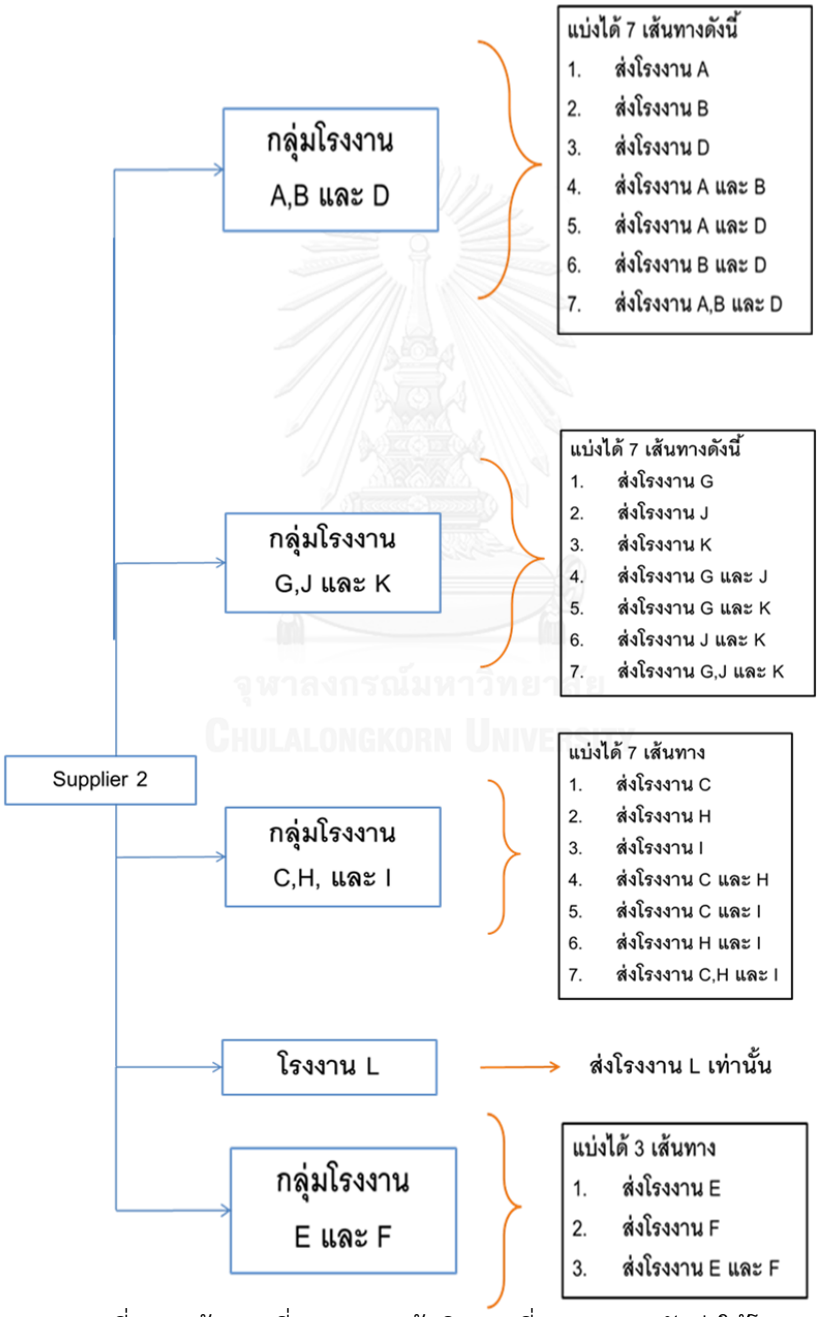
5. เส้นทางในการขนส่งจะพิจารณาเลือกเฉพาะเส้นที่ทางผู้ผลิตสามารถจัดส่งได้จริงเท่านั้น (Route Selection) โดยพิจารณาจากตำแหน่งที่ตั้งของผู้ผลิตที่มี 3 ราย และตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานที่มี 12 โรงงาน ได้แก่ โรงงาน A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K และ L ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งคิดเป็น 47 เส้นทางตามรูปที่ 3.2-3.4 ได้



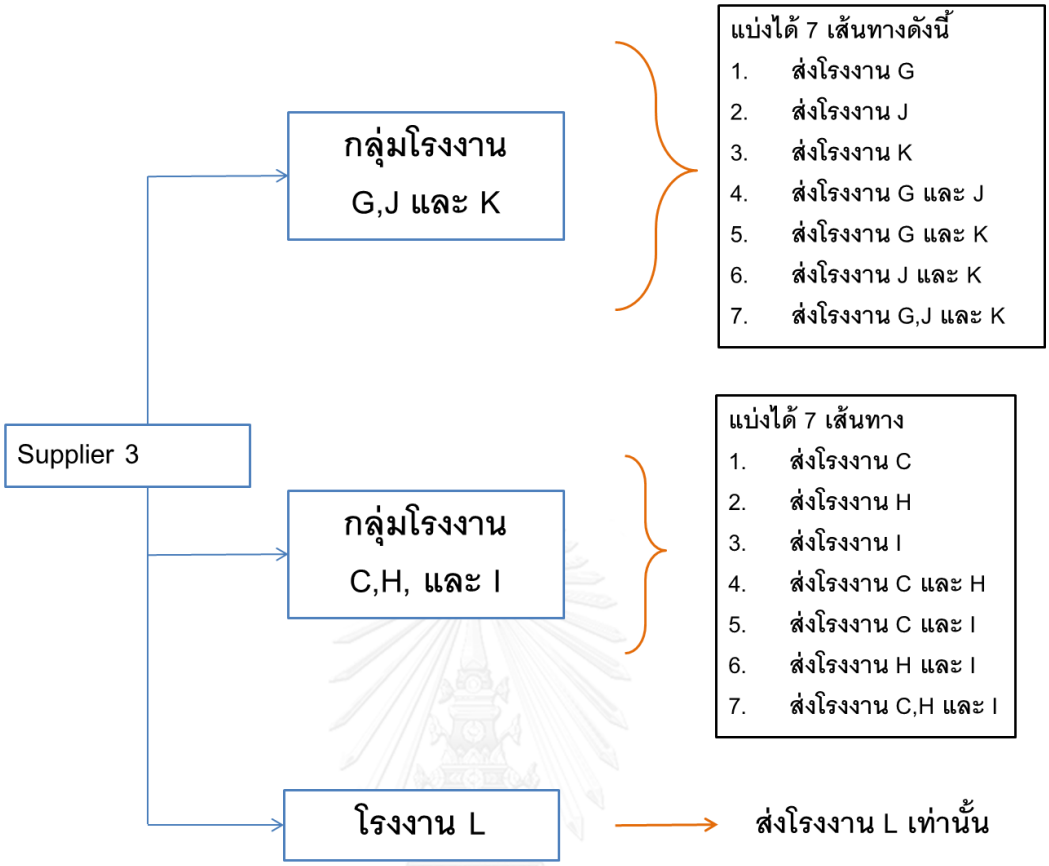
รูปที่ 3.1 ตำแหน่งที่ตั้งของ 12 โรงงานและผู้ผลิต 3 ราย



รูปที่ 3.2 เส้นทางที่เฉพาะทางผู้ผลิตรายที่ 1 สามารถจัดส่งให้โรงงานได้



รูปที่ 3.3 เส้นทางที่เฉพาะทางผู้ผลิตรายที่ 2 สามารถจัดส่งให้โรงงานได้



รูปที่ 3.4 เส้นทางที่เฉพาะทางผู้ผลิตรายที่ 3 สามารถจัดส่งให้โรงงานได้

1. พิจารณารถ 3 ขนาด : 4 ล้อ 6 ล้อ และ 10 ล้อ

   โดยที่รถ 4 ล้อสามารถจุได้ 14 ล็อต รถ 6 ล้อจุได้ 60 ล็อต และ รถ 10 ล้อจุได้ 92 ล็อต (เนื่องจากน้ำหนักแต่ละชนิดไม่ต่างกันมากในงานวิจัยนี้จึงสามารถแปลงหน่วยน้ำหนักการบรรจุเป็ยจำนวนล็อตได้)

2. ทางบริษัทมีการตกลงสัดส่วนการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์จากผู้ผลิตทั้ง 3 รายในแต่ละเดือนดังนี้

   - ผู้ผลิตรายที่ 1 กำหนดว่าต้องสั่งไม่ต่ำกว่า 250 ล็อต
   - ผู้ผลิตรายที่ 2 กำหนดว่าสัดส่วนการสั่งหลังจากหักยอดการสั่งจากผู้ผลิตรายแรกแล้ว สัดส่วนการสั่งซื้อจะเป็น 70-80% ของการสั่งทั้งหมด และที่เหลือจะตกเป็นของผู้ผลิตรายที่ 3

6. รายละเอียดการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของ 12 โรงงาน จากผู้ผลิตทั้ง 3 ราย จะพิจารณาจากชนิดสินค้าที่ทางผู้ผลิตสามารถผลิตให้แก่โรงงานได้ซึ่งรวมทั้งหมด 188 ชนิด (จากการจำแนกความสำคัญแบบเอบีซี) แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดการผลิตถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของผู้ผลิตทั้ง 3 รายให้แต่ละโรงงาน

ผู้ผลิต / โรงงาน	ผู้ผลิตรายที่ 1	ผู้ผลิตรายที่ 2	ผู้ผลิตรายที่ 3
A (พิจารณา 15 ชนิด)	สามารถผลิตได้ 6 ชนิด	สามารถผลิตได้ 9 ชนิด (ไม่ซ้ำกับผู้ผลิตที่ 1)	-
B (พิจารณา 23 ชนิด)	สามารถผลิตได้ 5 ชนิด	สามารถผลิตได้ 18 ชนิด (ไม่ซ้ำกับผู้ผลิตรายที่1)	-
C (พิจารณา 19 ชนิด)	สามารถผลิตได้ 5 ชนิด	สามารถผลิตได้ 14 ชนิด (ไม่ซ้ำกับผู้ผลิตรายที่ 1)	
D (พิจารณา 1 ชนิด)	-	สามารถผลิตได้ 1 ชนิด	-
E (พิจารณา 16 ชนิด)	-	สามารถผลิตได้ 16 ชนิด	-
F (พิจารณา 26 ชนิด)	-	สามารถผลิตได้ 26 ชนิด	-
G (พิจารณา 26 ชนิด)	-	สามารถผลิตได้ 26 ชนิด	
H (พิจารณา 19 ชนิด)	-	สามารถผลิตได้ 19 ชนิด	
I (พิจารณา 2 ชนิด)	-	สามารถผลิตได้ 2 ชนิด	
J (พิจารณา 23 ชนิด)	-	สามารถผลิตได้ 23 ชนิด	
K (พิจารณา 5 ชนิด)	-	สามารถผลิตได้ 5 ชนิด	
L (พิจารณา 13 ชนิด)	-	สามารถผลิตได้ 13 ชนิด	
รวม = 188 ชนิด			

7. กรณีของผู้ผลิตรายที่ 1 มีเงื่อนไขต่างๆ เพิ่มเติมดังนี้

กรณีการสั่งซื้อรวม (ทุก SKU ของโรงงาน A, B และ C) ต่อครั้งไม่ถึง 20 ล็อต จะมีค่าใช้จ่ายต่างๆเพิ่ม จากราคาปกติ ดังนี้

- สั่งมากกว่า 10 ล็อต แต่ไม่ถึง 20 ล็อต คิดราคาถุงบรรจุภัณฑ์เพิ่ม 200 บาท/ล็อต
- สั่งมากกว่า 5 ล็อต แต่ไม่เกิน 10 ล็อต คิดราคาถุงบรรจุภัณฑ์เพิ่ม 500 บาท/ล็อต
- สั่งมากกว่า 2 ล็อต แต่ไม่เกิน 5 ล็อต คิดราคาถุงบรรจุภัณฑ์เพิ่ม 800 บาท/ล็อต

- สั่งไม่เกิน 2 ล็อต คิดราคาถุงบรรจุภัณฑ์เพิ่ม 1,000 บาท/ล็อต
- สามารถจัดส่งได้ 3 โรงงานคือ โรงงาน A, B และ C
- สามารถจัดเส้นทางการขนส่งได้ 7 เส้นทาง ตามรูปที่ 3.1

8. กรณีของผู้ผลิตรายที่ 2 มีเงื่อนไขต่างๆ เพิ่มเติมดังนี้

- สามารถจัดส่งได้ 12 ทั้งโรงงาน โดยที่การจัดส่งของโรงงาน A, B และ C ชนิดผลิตภัณฑ์ต้องไม่ซ้ำกับผู้ผลิตรายที่ 1
- สามารถจัดเส้นทางการขนส่งได้ 25 เส้นทาง ตามรูปที่ 3.2
- ต้องสั่งขั้นต่ำ 10 ล็อต

9. กรณีของผู้ผลิตรายที่ 3 เงื่อนไขต่างๆ เพิ่มเติมดังนี้

- สามารถจัดส่งได้ 7 โรงงาน ได้แก่ G, C, H, I, J, K และ L โดยที่การจัดส่งของโรงงาน C ชนิดถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ต้องไม่ซ้ำกับผู้ผลิตรายที่ 1
- พิจารณา 15 เส้นทาง ตามรูปที่ 3.3
- ถ้ามีการขนส่งไปยังโรงงาน L จะเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม 10,000 บาท/รอบ
- ต้องสั่งขั้นต่ำ 10 ล็อต

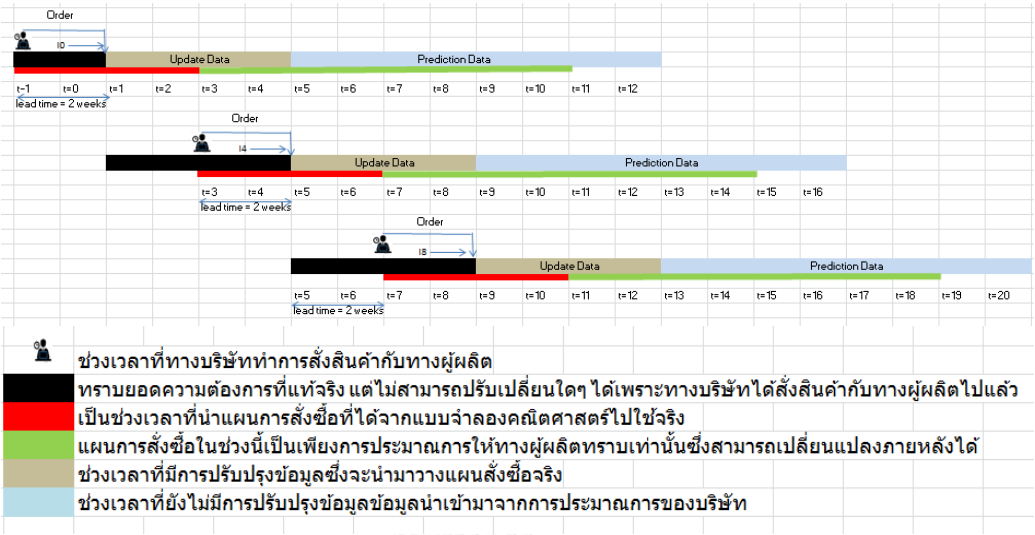
10. การสั่งทุกชนิดถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์จากทุกผู้ผลิตจะต้องสั่งเป็น ล็อต (1 ล็อต = 1,000 ใบ)
11. การสั่งทุกชนิดถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ จากผู้ผลิตรายที่ 2 และ 3 ต้องสั่งขั้นต่ำ 10 ล็อต
12. ระยะเวลานำส่ง (Lead time) = 2 สัปดาห์
13. ไม่อนุญาตให้เกิดการขาดสินค้า ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกำหนดให้มีระดับสินค้าเพื่อความปลอดภัยเพื่อความปลอดภัย ซึ่งค่าคงคลังเพื่อความปลอดภัยจะมาจากค่าที่ทางโรงงานเป็นผู้กำหนด
14. การสั่งสินค้ารวมต้องไม่เกินความสามารถในการผลิตของผู้ผลิตแต่ละราย โดยที่ ผู้ผลิตรายที่ 1 ผลิตได้ไม่เกิน 150 ล็อต/สัปดาห์ ผู้ผลิตรายที่ 2 ไม่เกิน 300 ล็อต/สัปดาห์ และ ผู้ผลิตรายที่ 3 ไม่เกิน 600 ล็อต/สัปดาห์

Chulalongkorn University

3.2 แนวทางการแก้ปัญหา

สำหรับการหาแนวทางการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์นี้ ผู้วิจัยจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อทำการหาแนวทางการสั่งซื้อของทั้ง 12 โรงงานผ่านส่วนกลาง โดยในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ผู้วิจัยจะวางแผน 12 สัปดาห์ (1 ไตรมาส) ออกมาก่อน โดยระยะการตัดสินใจเป็นรายสัปดาห์ แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลนำเข้าความต้องการในงานวิจัยนี้สามารถเปลี่ยนแปลงในภายหลังได้ การนำแผนการสั่งซื้อจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปใช้งานจริงจึงนำไปใช้แบบกรอบเวลาแบบหมุน (Rolling Horizon) เนื่องจากการวางแผนโดยใช้กรอบเวลาแบบหมุนจะต้องมีการปรับปรุงข้อมูลอยู่ตลอด ซึ่งการปรับปรุงข้อมูลนี้จะช่วยให้ข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกับปัญหาหน้างานจริงมากขึ้น [24, 25] และสำหรับแผนกรอบเวลาแบบหมุนที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้จะมีระยะเวลาการปรับปรุงข้อมูลนำเข้าทุก 4 สัปดาห์

หรือสามารถอธิบายโดยละเอียดได้ว่า ในงานวิจัยนี้จะทำการหาผลเฉลยที่ 12 สัปดาห์ออกมาก่อน โดยจะต้องทำการแก้ปัญหา ณ ช่วงเวลาก่อนเริ่มต้น 2 สัปดาห์เนื่องจากทางผู้ผลิตมีระยะเวลานำส่ง 2 สัปดาห์ โดยที่ข้อมูลนำเข้าความต้องการในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 จะเป็นข้อมูลที่มีการปรับปรุงใหม่จากการยืนยันข้อมูลจากลูกค้า และข้อมูลนำเข้าในสัปดาห์ที่ 5-12 จะเป็นข้อมูลที่มาจากการประมาณการของบริษัทบริษัท ซึ่งการแก้ปัญหานี้จะได้ผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด 12 สัปดาห์ แต่การนำแผนการสั่งซื้อไปใช้จริงจะนำไปใช้เฉพาะผลเฉลยของ 4 สัปดาห์แรกเท่านั้น และแผนอีก 8 สัปดาห์ที่เหลือจะเป็นเพียงการประมาณการให้ทางผู้ผลิตทราบยอดการสั่งซื้อในรอบไตรมาส เพื่อที่ทางผู้ลิตจะได้สามารถจัดเตรียมวัตถุดิบได้ทัน จากนั้นจะทำการแก้ปัญหาเพื่อรองรับคงามต้องการในช่วงสัปดาห์ที่ 5-16 (รวม 12 สัปดาห์) ซึ่งจะต้องทำการแก้ปัญหานี้ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 หรือก่อนสัปดาห์ที่ 5 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยมีการปรับปรุงข้อมูลความต้องการในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ใหม่จากการยืนยันข้อมูลของลูกค้า และนำข้อมูลจริงของพัสดุคงคลังของช่วงเวลาก่อนเริ่มต้นเป็นข้อมูลนำเข้าใหม่ด้วย เมื่อได้ผลเฉลยแล้วจะนำผลเฉลยของสัปดาห์ที่ 3-6 ซึ่งเป็นการสั่งซื้อเพื่อรองรับความต้องการในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ไปใช้จริง จากนั้นจะทำการประมาณการใช้ถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ไปอีก 12 สัปดาห์ต่อไป (นับตั้งแต่สัปดาห์ที่9) โดยที่จะต้องปรับปรุงข้อมูลดังกล่าวเช่นเดิม แล้วจึงทำการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดอีกครั้ง และจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การวางแผนสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์แบบกรอบเวลาแบบหมุน

จากรูปที่ 3.5 อธิบายได้ว่าในช่วงเวลาที่ t-1 ซึ่งเป็นช่วงเวลาก่อนเริ่มต้น 2 สัปดาห์จะวางแผนไป 12 สัปดาห์ แต่บริษัทจะนำแผนไปใช้จริงเพียง 4 สัปดาห์แรก คือ สัปดาห์ที่ t-1, 0, 1 และ 2 เพื่อรองรับความต้องการในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 กล่าวคือแผนการสั่งซื้อในช่วง 4 สัปดาห์แรกทางบริษัทจะทำการยืนยันยอดการสั่งจริงกับทางผู้ผลิต ในขณะที่แผนในช่วงสัปดาห์ที่เหลือ (สัปดาห์ที่ 3-10) จะเป็นเพียงแผนการประมาณการยอดการสั่งให้กับทางผู้ผลิตเพื่อเป็นแนวทางเท่านั้น และต่อมาในการวางแผนครั้งต่อไปจะทำการวางแผนไปอีก 12 สัปดาห์ โดยวางแผนในช่วงสัปดาห์ที่ 3-14 เพื่อรองรับความต้องการในช่วงสัปดาห์ที่ 5-16 แล้วนำแผนในช่วง 4 สัปดาห์แรกไปใช้จริงเช่นเดิม (สัปดาห์ที่ 3-6) และในทำนองเดียวกันในการวางแผนครั้งต่อไปจะทำการวางแผนไปอีก 12 สัปดาห์ นั่นคือ สัปดาห์ที่ 7-18 เพื่อรองรับความต้องการในสัปดาห์ที่ 9-20 และนำแผนการสั่งซื้อในช่วง 4 สัปดาห์แรกไปใช้เช่นเดิม (สัปดาห์ที่ 7-10) และจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ

3.3 แบบจำลองคณิตศาสตร์

3.3.1 แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับภาพรวมปัญหา

การกำหนดดัชนี (Indices)

S = เซตของผู้ผลิต $\{1,2,3\}$ 1= ผู้ผลิตรายที่ 1, 2= ผู้ผลิตรายที่ 2, 3= ผู้ผลิตรายที่ 3

L = เซตของขนาดรถ $\{1,2,3\}$ 1 = 4 ล้อ, 2 = 6 ล้อ, 3 = 10 ล้อ

P = เซตของถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ $\{1,2,\dots,188\}$

$P1$ = เซตของถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ที่สามารถสั่งกับผู้ผลิตรายที่ 1 ได้ $\{1,2,\dots,16\}$

$P2$ = เซตของถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ที่สามารถสั่งกับผู้ผลิตรายที่ 2 ได้ $\{17,18,\dots,188\}$

$P3$ = เซตของถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ที่สามารถสั่งกับผู้ผลิตรายที่ 3 ได้ $\{87,88,\dots,188\}$

J = เซตของโรงงาน $\{1,2,\dots,12\}; 1 = A, 2 = B, \dots, 12 = L$

$J1$ = เซตของโรงงานที่ผู้ผลิตรายที่ 1 สามารถส่งได้ $\{1,2,3\}$

$J2$ = เซตของโรงงานที่ผู้ผลิตรายที่ 2 สามารถส่งได้ $\{1,2,\dots,12\}$

$J3$ = เซตของโรงงานที่ผู้ผลิตรายที่ 3 สามารถส่งได้ $\{3,7,8,..,12\}$

R = เซตของเส้นทางทั้งหมด $\{1,2,\dots,47\}$ เช่น 1 = เส้นทางที่ผู้ผลิตรายที่ 1 จัดส่งไปยังโรงงาน A, 2 = เส้นทางที่ผู้ผลิตรายที่ 1 จัดส่งไปโรงงาน B เป็นต้น ซึ่งแบ่งเส้นทางได้ตามรูปที่ 3.2-3.4

$R1$ = เซตของเส้นทางที่ผู้ผลิตรายที่ 1 สามารถส่งได้ $\{1,2,\dots,7\}$

$R2$ = เซตของเส้นทางที่ผู้ผลิตรายที่ 2 สามารถส่งได้ $\{8,9,\dots,32\}$

$R3$ = เซตของเส้นทางที่ผู้ผลิตรายที่ 3 สามารถส่งได้ $\{33,34,\dots,47\}$

T = เซตของสัปดาห์ทั้งหมด $\{0,1,2,\dots,t\}$

$T1$ = เซตของสัปดาห์ในช่วงเดือนที่ 1

$T2$ = เซตของสัปดาห์ในช่วงเดือนที่ 2

$T3$ = เซตของสัปดาห์ในช่วงเดือนที่ 3

การกำหนดข้อมูลนำเข้า (Parameters)

$RouteCost_{l,r}$ = ต้นทุนการขนส่งที่ใช้รถชนิด l ที่เส้นทาง r (บาท/รอบ)

$InvStart_{p,j,}$ = จำนวนถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ที่จัดเก็บ p ที่โรงงาน j ณ ช่วงเวลาก่อนเริ่มต้น (ใบ)

$HoldingCost_p$ = ต้นทุนการจัดเก็บของถุง ชนิด p (บาท/ล็อต/สัปดาห์)

$ProCost_{p,s}$ = ต้นทุนถุงชนิด p จากผู้ผลิต s (บาท/ล็อต)

$D_{p,j,t}$ = ความต้องการใช้ถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ชนิด p ที่โรงงาน j ที่ช่วงเวลา t (ล็อต/สัปดาห์)

$OStart_{p,j,s,t}$ = จำนวนที่สั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ p ที่โรงงาน j จากผู้ผลิต s ณ ช่วงเวลา t ก่อนเริ่มต้นตัดสินใจ (ได้สั่งไปแล้ว) (ล็อต)

Cap_l = ปริมาณถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ที่สามารถบรรทุกต่อรถขนาด l ได้ (ล็อต/เที่ยว)

$CapProduction_s$ = ความสามารถในการผลิตของผู้ผลิต s (ล็อต)

$CapWarehouse_j$ = ความสามารถในการจัดเก็บของโรงงาน j (ล็อต)

M = จำนวนจริงที่มีค่ามากๆ

FT = ค่าคนส่งเพิ่มคงที่กรณีที่ผู้ผลิตรายที่ 3 ขนส่งไปยังโรงงาน L (บาท/รอบ)

$SS_{p,j}$ = ค่าจัดเก็บขั้นต่ำของสินค้าแต่ละชนิด p ที่โรงงาน j (ล็อต)

$g_{p,j,r}$ = 1; แสดงว่าผลิตภัณฑ์ p ของโรงงาน j ที่สามารถจัดส่งบนเส้นทาง r ได้
0; Otherwise

ซึ่งแสดงตัวอย่างได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างของข้อมูลนำเข้า $g_{p,j,r}$ กรณีผลิตภัณฑ์ที่ 1 $(p = 1)$ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของโรงงาน A สามารถสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 1 เท่านั้น

เส้นทาง / โรงงาน	ผู้ผลิตที่ 1 ส่งโรงงาน A	ผู้ผลิตที่ 1 ส่งโรงงาน B	ผู้ผลิตที่ 1 ส่งโรงงาน C	ผู้ผลิตที่ 1 ส่งโรงงาน A และ B	ผู้ผลิตที่ 1 ส่งโรงงาน A และ C	ผู้ผลิตที่ 1 ส่งโรงงาน B และ C	ผู้ผลิตที่ 1 ส่งโรงงาน A, B และ C
A	1	0	0	1	1	0	1
B	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0

การกำหนดตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

$Truck_{l,r,t}$ = จำนวนเที่ยวรถชนิด l เลือกใช้เส้นทาง r ณ ช่วงเวลา t (รอบ)

$O_{p,j,s,t}$ = จำนวนล็อตที่สั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ p ที่โรงงาน j จากผู้ผลิต s ณ เวลา t (ล็อต)

$Inv_{p,j,t}$ = จำนวนถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ที่จัดเก็บ p ที่โรงงาน j ณ ช่วงเวลา t (คิดที่สิ้นเวลานั้นๆ)

$Send_{p,r,t}$ = จำนวน ล็อตของถุงบรรจุภัณฑ์ p ที่ขนส่งโดยเส้นทาง r ณ ช่วงเวลา t

$f(Cost_p)$ = ฟังชั่นก์เชิงเส้นเป็นช่วง (Piecewise Function) ของถุงชนิด p สำหรับกรณีสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 1 (บาท/ล็อต) อธิบายอย่างละเอียดในบทที่ 3.3.2

$W_{p,j,s,t}$ = 1; ถ้าเลือกสั่งถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ชนิด p ที่โรงงาน j จากผู้ผลิต s ณ ช่วงเวลา t
0; otherwise

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

สมการ (1) แสดงวัตถุประสงค์คือ ต้องการหาต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาต้นทุนการขนส่งแต่ละเส้นทาง ต้นทุนขนส่งคงที่กรณีผู้ผลิตรายที่ 3 ส่งไปโรงงาน L ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ซึ่งแบ่งเป็น 2 กรณี คือ 1) ต้นทุนการสั่งซื้อของผู้ผลิตรายที่ 1 ที่มีต้นทุนต่อหน่วยไม่คงที่ กล่าวคือ หากซื้อในปริมาณน้อยต้นทุนต่อหน่วยจะสูงขึ้น ในที่นี้จะกำหนดให้ต้นทุนส่วนนี้เป็นฟังชั่นเชิงเส้นเป็นช่วง (Piecewise Linear Function) ซึ่งยังไม่ใช่โปรแกรมเชิงเส้นจึงต้องทำการแปลงสมการให้เป็นโปรแกรมเชิงเส้น (อธิบายอย่างละเอียดใน 3.3.2) 2) ต้นทุนการสั่งซื้อของผู้ลิตรายที่ 2 และ 3 ที่มีต้นทุนต่อหน่วยคงที่ และส่วนสุดท้ายต้นทุนการจัดเก็บสินค้า

Min Total Cost =

$$\sum_{l\in L}\sum_{r\in R}\sum_{t\in T} RoutingCost_{l,r}Truck_{l,r,t} + \sum_{l\in L}\sum_{t\in T} FT\ Truck_{l,r=47,t} + \sum_{p\in P1}\sum_{j\in J1}\sum_{t\in T} f(Cost_p)\, O_{p,j,s,t} + \sum_{p\in(P2\cup P3)}\sum_{j\in(J2\cup J3)}\sum_{s=2}^{3}\sum_{t\in T} ProCost_{p,s}O_{p,j,s,t} + \sum_{p\in P}\sum_{j\in J}\sum_{t\in T} HoldingCost_p Inv_{p,j,t} \quad (1)$$

สมการเงื่อนไข (Constraints)

สมการ (2.1) - (2.3) เป็นสมการการไหลที่ไว้หาระดับสินค้าคงคลังแต่ละชนิดสินค้า แต่ละโรงงาน เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลานั้นๆ โดยพิจารณาจากระดับสินค้าคงคลังก่อนหน้ารวมกับจำนวนสินค้าคงคลังที่สั่งซื้อไว้ในช่วงก่อนหน้าจากผู้ผลิตทุกราย ลบกับความต้องการใช้ถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ โดยสำหรับสมการที่ (2.1) และ (2.2) เป็นสมการสำหรับใส่ข้อมูลนำเข้าจำนวนการสั่งซื้อที่ได้ตัดสินใจไปแล้ว และสมการที่ (2.3) เป็นสมการสำหรับหาจำนวนการสั่งซื้อ

$$Invstart_{p,j} + \sum_{s\in S} OStart_{p,j,s,t-2} - D_{p,j,t} = Inv_{p,j,t} \quad ; \forall p,j,t=-1 \quad (2.1)$$

$$Inv_{p,j,t-1} + \sum_{s\in S} OStart_{p,j,s,t-2} - D_{p,j,t} = Inv_{p,j,t} \quad ; \forall p,j,t=0 \quad (2.2)$$

$$Inv_{p,j,t-1} + \sum_{s\in S} O_{p,j,s,t-2} - D_{p,j,t} = Inv_{p,j,t} \quad ; \forall p,j,t\geq 1 \quad (2.3)$$

สมการ (3.1) - (3.3) เป็นสมการที่กำหนดว่าจำนวนที่สั่งแต่ละชนิดผลิตภัณฑ์ แต่ละโรงงาน จะต้องเท่ากับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ทุกเส้นทางสามารถขนส่งไปยังโรงงานนั้นๆ โดยสมการที่ (3.1) เป็นข้อจำกัดของการสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 1 เท่านั้น สมการที่ (3.2) เป็นข้อจำกัดของการสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 2 เท่านั้น และ สมการที่ (3.3) เป็นข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ที่สามารถการสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 2 และรายที่ 3 ได้

$$O_{p,j,s,t-2} = \sum_{r \in R1} g_{p,j,r} * Send_{p,r,t} \quad ; \forall p \in P1, j \in J1, s = 1, \forall t \tag{3.1}$$

$$O_{p,j,s,t-2} = \sum_{r \in R2} g_{p,j,r} * Send_{p,r,t} \quad ; \forall p \in P2 \backslash P3, j \in J2 \backslash J3, s = 2, \forall t \tag{3.2}$$

$$O_{p,j,s,t-2} = \sum_{r \in R2 \cup 3} g_{p,j,r} * Send_{p,r,t} \quad ; \forall p \in P3, j \in J3, s = 2,3, \forall t \tag{3.3}$$

สมการ (4) แปลงจำนวนที่ส่งในแต่ละเส้นทาง r เป็นจำนวนคันรถที่ใช้ส่งในแต่เส้นทาง ณ เวลา t

$$\sum_{p \in P} Send_{p,r,t} \leq \sum_{l \in L} Cap_l * Truck_{l,r,t} \quad ; \forall r, t \tag{4}$$

สมการ (5.1) – (5.3) จำนวนที่สั่งของทุกผลิตภัณฑ์ ทุกโรงงาน ในแต่ละผู้ผลิตจะต้องไม่เกินความสามารถในการผลิตของผู้ผลิตนั้นๆ

$$\sum_{p \in P1} \sum_{j \in J1} O_{p,j,s,t} \leq CapProduction_s \quad ; \forall t, s = 1 \tag{5.1}$$

$$\sum_{p \in P2} \sum_{j \in J2} O_{p,j,s,t} \leq CapProduction_s \quad ; \forall t, s = 2 \tag{5.2}$$

$$\sum_{p \in P3} \sum_{j \in J3} O_{p,j,s,t} \leq CapProduction_s \quad ; \forall t, s = 3 \tag{5.3}$$

สมการ (6.1) และ (6.2) แสดงว่าถ้าจะสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 2 และรายที่ 3 ในแต่ละครั้งในแต่ละชนิดต้องสั่งขั้นต่ำ 10 ล็อต ซึ่งจะทำให้ $W_{p,j,s,t}$ เท่ากับ 1 แต่ถ้าไม่สั่งจะเท่ากับ 0

$$10 - O_{p,j,s,t} \leq M\,(1 - W_{p,j,s,t}) \quad ; \forall p \in (P2 \cup P3), j \in (J2 \cup J3), s = 2,3, \forall t \tag{6.1}$$

$$O_{p,j,s,t} \leq M * W_{p,j,s,t} \quad ; \forall p \in (P2 \cup P3), j \in (J2 \cup J3), s = 2,3, \forall t \tag{6.2}$$

สมการ (7.1) – (7.3) สมการที่กำหนดให้ในทุกเดือนต้องสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 1 ไม่ต่ำกว่า 250 ล็อต

$$\sum_{p \in P1} \sum_{j \in J1} \sum_{t \in T1} O_{p,j,s,t} \geq 250 \quad ; s = 1 \tag{7.1}$$

$$\sum_{p \in P1} \sum_{j \in J1} \sum_{t \in T2} O_{p,j,s,t} \geq 250 \quad ; s = 1 \tag{7.2}$$

$$\sum_{p \in P1} \sum_{j \in J1} \sum_{t \in T3} O_{p,j,s,t} \geq 250 \quad ; s = 1 \tag{7.3}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สมการ (8.1) – (8.3) แสดงถึงการสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 2 ต้องมากกว่า 70% ของการสั่งซื้อจากผู้ผลิตรายที่ 2 รวมกับผู้ผลิตรายที่ 3 ใน 1 เดือน

$$\sum_{p\in P2}\sum_{j\in J2}\sum_{t\in T1} O_{p,j,s=2,t} \geq 0.70\left(\sum_{p\in(P2\cup P3)}\sum_{j\in(J2\cup J3)}\sum_{s=2}^{3}\sum_{t\in T1} O_{p,j,s,t}\right) \quad (8.1)$$

$$\sum_{p\in P2}\sum_{j\in J2}\sum_{t\in T2} O_{p,j,s=2,t} \geq 0.70\left(\sum_{p\in(P2\cup P3)}\sum_{j\in(J2\cup J3)}\sum_{s=2}^{3}\sum_{t\in T2} O_{p,j,s,t}\right) \quad (8.2)$$

$$\sum_{p\in P2}\sum_{j\in J2}\sum_{t\in T3} O_{p,j,s=2,t} \geq 0.70\left(\sum_{p\in(P2\cup P3)}\sum_{j\in(J2\cup J3)}\sum_{s=2}^{3}\sum_{t\in T3} O_{p,j,s,t}\right) \quad (8.3)$$

สมการ (9.1) – (9.3) การสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 2 ต้องไม่เกิน 80% ของการสั่งซื้อจากผู้ผลิตรายที่ 2 รวมกับผู้ผลิตรายที่ 3 ใน 1 เดือน

$$\sum_{p\in P2}\sum_{j\in J2}\sum_{t\in T1} O_{p,j,s=2,t} \leq 0.80\left(\sum_{p\in(P2\cup P3)}\sum_{j\in(J2\cup J3)}\sum_{s=2}^{3}\sum_{t\in T1} O_{p,j,s,t}\right) \quad (9.1)$$

$$\sum_{p\in P2}\sum_{j\in J2}\sum_{t\in T2} O_{p,j,s=2,t} \leq 0.80\left(\sum_{p\in(P2\cup P3)}\sum_{j\in(J2\cup J3)}\sum_{s=2}^{3}\sum_{t\in T2} O_{p,j,s,t}\right) \quad (9.2)$$

$$\sum_{p\in P2}\sum_{j\in J2}\sum_{t\in T3} O_{p,j,s=2,t} \leq 0.80\left(\sum_{p\in(P2\cup P3)}\sum_{j\in(J2\cup J3)}\sum_{s=2}^{3}\sum_{t\in T3} O_{p,j,s,t}\right) \quad (9.3)$$

สมการ (10) จำนวนสินค้าคงคลังรวมทุกผลิตภัณฑ์ที่จัดเก็บในแต่ละโรงงาน แต่ละช่วงเวลาต้องไม่เกินความสามารถที่จัดเก็บของโรงงานนั้นๆได้

$$\sum_{p\in P} Inv_{p,j,t} \leq CapWarehouse_j \quad ; \forall j,t \quad (10)$$

สมการ (11) จำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งแต่ละชนิด แต่ละเส้นทาง ในทุกช่วงเวลา ต้องเป็นจำนวนเต็ม

$$Truck_{l,r,t} \in Integer \quad ; \forall l,r,t \quad (11)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมการ (12) จำนวนการสั่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิด ทุกโรงงาน จากผู้ผลิตทุกราย ในทุกช่วงเวลา ต้องสั่งเป็นจำนวนเต็ม หรือสั่งเป็นล็อตเท่านั้น

$$O_{p,j,s,t} \in Integer \quad ; \forall p,j,s,t \quad (12)$$

สมการ (13) ถ้า$W_{p,j,s,t}$ มีค่า = 1 แสดงว่ามีการสั่งผลิตภัณฑ์ p ที่โรงงาน j จากผู้ผลิต s ที่ช่วงเวลา t ถ้า = 0 แสดงว่าไม่มีการสั่ง

$$W_{p,j,s,t} = \{0,1\} \quad ; \forall p,j,s,t \quad (13)$$

สมการ (14) จำนวนที่ขนส่งในทุกเส้นทาง ทุกช่วงเวลาต้องมากกว่าเท่ากับ 0

$$Send_{p,r,t} \geq 0 \quad ; \forall p,r,t \quad (14)$$

สมการ (15) จำนวนที่จัดเก็บแต่ละชนิด แต่ละโรงงาน แต่ละช่วงเวลาต้องไม่น้อยกว่าการจัดเก็บขั้นต่ำ

$$Inv_{p,j,t} \geq SS_{p,j} \quad ; \forall p,j,t \qquad (15)$$

3.3.2 แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับฟังก์ชันเชิงเส้นเป็นช่วง (Piecewise Linear Programming)

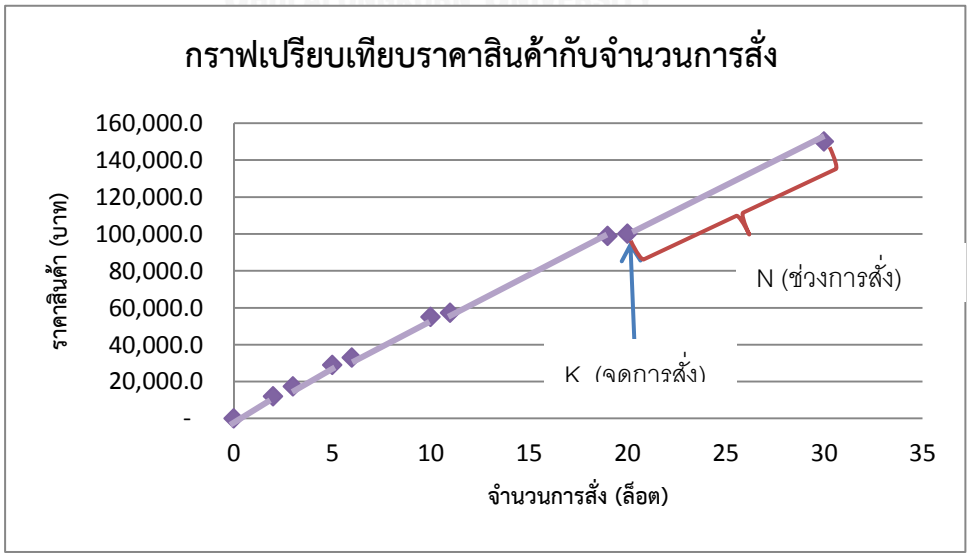
สำหรับต้นทุนราคาสินค้าของผู้ผลิตรายที่ 1 เป็นต้นทุนต่อหน่วยไม่คงที่ กล่าวคือหากสั่งรวมกันทุกโรงงาน (A,B และ C) ทุกผลิตภัณฑ์ต่อครั้งไม่ถึง 20 ล็อต จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากราคาปกติ ดังนี้

- สั่งมากกว่า 10 ล็อต แต่ไม่ถึง 20 ล็อต คิดราคาถุงบรรจุภัณฑ์เพิ่ม 200 บาท/ล็อต
- สั่งมากกว่า 5 ล็อต แต่ไม่เกิน 10 ล็อต คิดราคาถุงบรรจุภัณฑ์เพิ่ม 500 บาท/ล็อต
- สั่งมากกว่า 2 ล็อต แต่ไม่เกิน 5 ล็อต คิดราคาถุงบรรจุภัณฑ์เพิ่ม 800 บาท/ล็อต
- สั่งไม่เกิน 2 ล็อต คิดราคาถุงบรรจุภัณฑ์เพิ่ม 1000 บาท/ล็อต

จากเงื่อนไขดังกล่าวเขียนเป็นฟังก์ชั่นต้นทุนได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
f(Cost_p) &= (1000 + ProCost_{p,s=1})O_{p,j,s=1,t} && ; 0 \leq \textstyle\sum_{p\in P1}\sum_{j\in J1} O_{p,j,s=1,t} \leq 2, \forall t \\
&= (800 + ProCost_{p,s=1})O_{p,j,s=1,t} && ; 3 \leq \textstyle\sum_{p\in P1}\sum_{j\in J1} O_{p,j,s=1,t} \leq 5, \forall t \\
&= (500 + ProCost_{p,s=1})O_{p,j,s=1,t} && ; 6 \leq \textstyle\sum_{p\in P1}\sum_{j\in J1} O_{p,j,s=1,t} \leq 10, \forall t \\
&= (200 + ProCost_{p,s=1})O_{p,j,s=1,t} && ; 11 \leq \textstyle\sum_{p\in P1}\sum_{j\in J1} O_{p,j,s=1,t} \leq 19, \forall t \\
&= (ProCost_{p,s=1})O_{p,j,s=1,t} && ; 20 \leq \textstyle\sum_{p\in P1}\sum_{j\in J1} O_{p,j,s=1,t}, \forall t
\end{aligned}$$

จากฟังก์ชั่นดังกล่าวสรุปเป็นกราฟได้ดังรูป 3.6



รูปที่ 3.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบราคาสินค้ากับจำนวนที่สั่ง

จากรูปที่ 3.6 กำหนดให้ราคาสินค้าตั้งต้นที่ 5,000 บาท และจะมีค่าใช้จ่ายต่างๆ เพิ่มตามเงื่อนไขหากสั่งซื้อไม่ถึง 20 ล็อต โดยทุกๆช่วงบนกราฟจะเป็นช่วงของจำนวนการสั่งซื้อที่ทำให้ต้นทุนราคาสินค้าต่อหน่วยเปลี่ยนไป ซึ่งพิจารณาดังนี้ 1 = สั่งในปริมาณ 0-2 ล็อต, 2 = สั่งในปริมาณ 3-5 ล็อต, 3 = สั่ง ในปริมาณ 6-10 ล็อต, 4= สั่งในปริมาณ 11-19 ล็อต, 5 = สั่งในปริมาณมากกว่า 20 ล็อต หรืออธิบายต้นทุนต่อหน่วยที่เปลี่ยนไปได้ในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ต้นทุนต่อหน่วยที่เปลี่ยนไปของการเปลี่ยนช่วงการสั่งซื้อ

ช่วงการสั่งซื้อ	จุดการสั่ง	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคาต่อหน่วยที่เพิ่ม (บาท)	ราคาสินค้ารวม (บาท)
0-2	0	5,000+(1,000)	1,000	0
	2	5,000+(1,000)	1,000	12,000.00
3-5	3	5,000+(800)	800	17,400.00
	5	5,000+(800)	800	29,000.00
6-10	6	5,000+(500)	500	33,000.00
	10	5,000+(500)	500	55,000.00
11-19	11	5,000+(200)	200	57,200.00
	19	5,000+(200)	200	98,800.00
20-M	20	5,000	0	100,000.00
	M	5,000	0	5,000*M

การกำหนดดัชนี (Indices)

N = เซตของช่วงปริมาณการสั่งซื้อที่ทุกๆโรงงานสั่งผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 1 ที่ทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป $\{1,2,\ldots,5\}$; 1 = สั่งในปริมาณ 0-2 ล็อต, 2 = สั่งในปริมาณ 3-5 ล็อต, 3 = สั่งในปริมาณ 6-10 ล็อต, 4= สั่งในปริมาณ 11-19 ล็อต, 5 = สั่งในปริมาณมากกว่า 20 ล็อต

K = เซตของจุดการสั่งที่ทำให้ราคาผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตรายที่ 1 เปลี่ยนไป $\{1, 2,\ldots,10\}$ 1= 0 ล็อต, 2= 2 ล็อต, 3= 3 ล็อต, 4= 5 ล็อต, 5=6 ล็อต, 6= 10 ล็อต, 7= 11 ล็อต, 8= 19 ล็อต, 9= 20 ล็อต, 10= M ล็อต

การกำหนดข้อมูลนำเข้า (Parameters)

b_k = จุดของจำนวนการสั่งซื้อ k ที่ทำให้ต้นทุนราคาสินค้าต่อหน่วยของผู้ผลิตรายที่ 1 เปลี่ยนไป (ล็อต)

$Cost(b_{p,k})$ = ราคาของผลิตภัณฑ์ p ที่จุดเปลี่ยนราคาสินค้า k เมื่อสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 1 (บาท)

การกำหนดตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

$Z_{k,t}$ = สัดส่วนการสั่งที่อยู่ระหว่างจุด k ณ ช่วงเวลา t

$Y_{n,t}$ = 1; ถ้าทุกๆโรงงานสั่งรวมกันอยู่ในช่วง n ณ ช่วงเวลา t

0; otherwise

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

สมการที่ (16) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาต้นทุนราคาถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ชนิด p ที่สั่งซื้อกับผู้ผลิตรายที่ 1 ที่เป็นฟังชันก์เชิงเส้นเป็นช่วง โดยสามารถคำนวณต้นทุนได้จากผลรวมของสัดส่วนการสั่งซื้อที่จุด k คูณกับราคาถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ชนิด p ที่จุด k

เช่น ทราบค่าสัดส่วนการสั่งคือ $Z_{k=5t} = 0.5$ และ$Z_{k=6t} = 0.5$ และต้นทุนสินค้าที่จุด k คือ $Cost(b_{p,k=5})$ = 5,500+500 และ $Cost(b_{p,k=6})$ = 5,500+500 เมื่อแทนค่าลงในสมการที่ 16 จะได้ต้นทุนสินค้าชนิด p ดังนี้ (5,500*0.5) + (5,500*0.5) = 5,500 บาท

$$f(Cost_p) = \sum_{k \in K} Z_{k,t}\, Cost(b_{p,k})\ ; \forall p \in P1, \forall t \qquad (16)$$

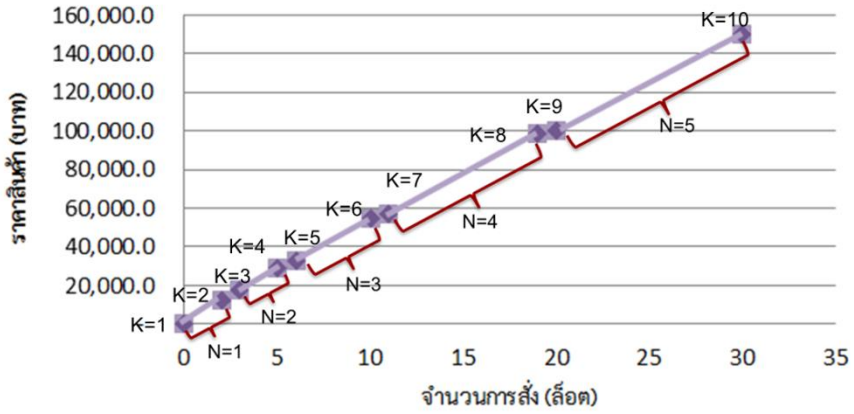
สมการเงื่อนไข (Constraints)

สมการที่ (17) เป็นสมการหาสัดส่วนการสั่งซื้อ โดยพิจารณาจากจำนวนการสั่งซื้อรวมของผลิตภัณฑ์ทุกชนิด ทุกโรงงาน โดยกำหนดว่าจำนวนรวมของการสั่งซื้อจะต้องเท่ากับผลรวมของสัดส่วนการสั่งซื้อของจุดเปลี่ยนราคา k คูณกับจุดที่ทำให้ราคาเปลี่ยน

เช่น หากสั่งสินค้า 8 ล็อต จำนวน 8 ล็อตนี้จะอยู่ระหว่างจุด $k = 5$ (6 ล็อต) และ $k = 6$ (10 ล็อต) และมีสัดส่วนการสั่ง $Z_{k=5t} = 0.5$ และ$Z_{k=6t} = 0.5$ และเมื่อนำมาแทนในสมการที่ 17 จะได้ 6*(0.5)+10*(0.5) = 8

$$\sum_{p \in P} \sum_{j \in J} O_{p,j,s=1,t} = \sum_{k \in K} b_k Z_{k,t} \qquad ; \forall t \qquad (17)$$

สมการที่ (18.1) - (18.10) แสดงว่าการสั่งซื้อในช่วง n ต้องอยู่ระหว่างสัดส่วนการสั่งซื้อ ณ จุด k ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 จุดเปลี่ยนราคาสั่งซื้อ และ ช่วงการสั่งซื้อที่เป็นไปได้

จากรูปที่ 3.7 สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า การสั่งซื้อในช่วง n ต้องอยู่ระหว่างสัดส่วนการสั่งซื้อ ณ จุด k เช่น สั่งซื้อ 8 ล็อต จะอยู่ในช่วงการสั่งที่ 3 $(Y_{n=3,t})$ ซึ่งอยู่ระหว่างจุดที่ 5 และ 6 $(Z_{k=5,t}$ และ $Z_{k=6,t})$ หรือสามารถสรุปได้เช่นนี้ $Z_{k=5,t} \leq Y_{n=3,t} \leq Z_{k=6,t}$ ซึ่งสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังสมการที่ (18.1) – (18.10)

$$Z_{k=1,t} \leq Y_{n=1,t} \quad ;\forall t \qquad (18.1)$$

$$Z_{k=2,t} \leq Y_{n=1,t} \quad ;\forall t \qquad (18.2)$$

$$Z_{k=3,t} \leq Y_{n=2,t} \quad ;\forall t \qquad (18.3)$$

$$Z_{k=4,t} \leq Y_{n=2,t} \quad ;\forall t \qquad (18.4)$$

$$Z_{k=5,t} \leq Y_{n=3,t} \quad ;\forall t \qquad (18.5)$$

$$Z_{k=6,t} \leq Y_{n=3,t} \quad ;\forall t \qquad (18.6)$$

$$Z_{k=7,t} \leq Y_{n=4,t} \quad ;\forall t \qquad (18.7)$$

$$Z_{k=8,t} \leq Y_{n=4,t} \quad ;\forall t \qquad (18.8)$$

$$Z_{k=9,t} \leq Y_{n=5,t} \quad ;\forall t \qquad (18.9)$$

$$Z_{k=10,t} \leq Y_{n=5,t} \quad ;\forall t \qquad (18.10)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมการที่ (19) สามารถเลือกสั่งซื้อได้เพียง 1 ช่วงราคาในแต่ละช่วงเวลา

$$\sum_{n \in N} Y_{n,t} = 1 \qquad ; \forall t \tag{19}$$

สมการที่ (20) ถ้า $Y_{n,t}$ เป็น 1 แสดงว่าจำนวนการสั่งในแต่ละช่วงเวลาอยู่ในช่วงการสั่งซื้อ n

$$Y_{n,t} = \{0,1\} \qquad ; \forall n, t \tag{20}$$

สมการที่ (21) ในแต่ละช่วงเวลาเมื่อรวมสัดส่วนการสั่งซื้อแล้วจะต้องเท่ากับ 1

$$\sum_{k \in K} Z_{k,t} = 1 \qquad ; \forall t \tag{21}$$

สมการที่ (22) ในแต่ละช่วงเวลาสัดส่วนการสั่งซื้อจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

$$Z_{k,t} \geq 0 \qquad ; \forall k, t \tag{22}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลเฉลยของแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ประมวลผลผ่านโปรแกรมโอพีแอล จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ผลเฉลยที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์แล้วจึงทดสอบผลเฉลยเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์จริงกล่าวคือ การที่จะสามารถนำผลเฉลยที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในบริษัทกรณีศึกษาจริงได้นั้นจะต้องมั่นใจได้ว่าผลเฉลยที่นำไปใช้นอกจากจะสามารถประหยัดต้นทุนได้แล้วยังต้องไม่เกิดเหตุการณ์ที่สินค้าขาดมือ เนื่องจากแม้ว่าข้อมูลความต้องการที่นำเข้าในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะเป็นค่าที่มาจากการประมาณการของบริษัทที่มีความแม่นยำสูง แต่ข้อมูลความต้องการที่เกิดจริงก็สามารถคลาดเคลื่อนได้เล็กน้อย

ดังนั้นเมื่อได้ผลเฉลยจากแบบจำลองคณิตศาสตร์แล้วจะต้องนำผลเฉลยนั้นมาทดสอบกับความต้องการที่เกิดขึ้นจริงก่อนว่าทุกผลิตภัณฑ์จะไม่เกิดการขาดสินค้า โดยในการจำลองสถานการณ์นั้นจะพิจารณาถึงพัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) เพื่อรองรับความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นจากการประมาณการความต้องการใช้ถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ โดยค่าพัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัยที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์จะมาจากค่าที่ทางบริษัทกำหนดไว้

จากนั้นจะทำการทดสอบว่าต้นทุนการจัดเก็บของสินค้าที่เปลี่ยนไปจะส่งผลให้ต้นทุนในด้านต่างๆเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยจะทดสอบตั้งแต่ต้นทุนการจัดเก็บที่ 1% ของราคาถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ต่อเดือน ไปจนถึง 2.5% ของถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ต่อเดือน

และในส่วนสุดท้ายจะกล่าวถึงแผนการดำเนินการ (Implementation Plan) เพื่อนำไปปรับใช้จริงกับทางบริษัท

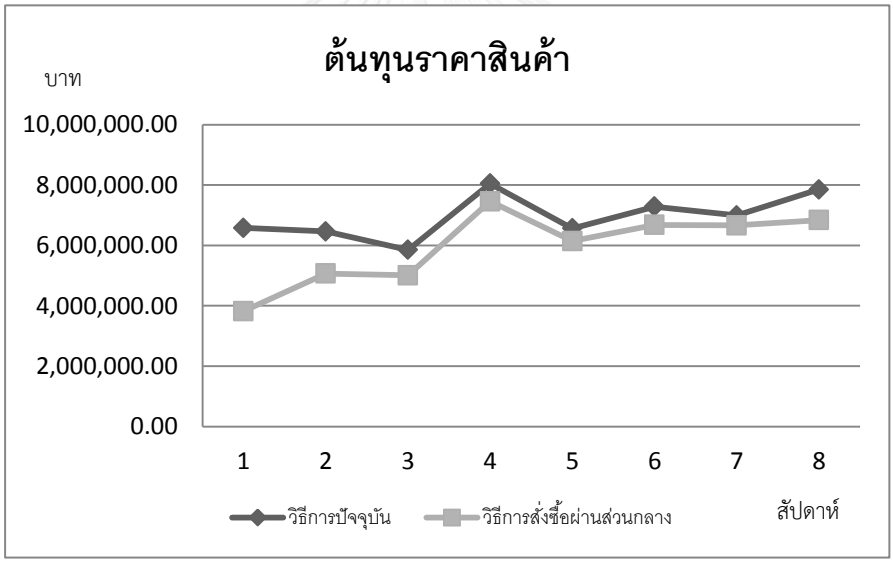
4.1 ผลเฉลยที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ในส่วนนี้จะแสดงการตัดสินใจการสั่งซื้อสินค้าผ่านส่วนกลาง ของ 12 โรงงานที่พิจารณาผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 188 ชนิด โดยการตัดสินใจนั้นจะมาจากผลเฉลยที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการทำกรอบเวลาแบบหมุน 1 รอบ ซึ่งคิดระยะเวลาการตัดสินใจเป็น 8 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลนำเข้าในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560 พบว่าผลเฉลยจากการตัดสินใจส่งผลให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมในช่วง 8 สัปดาห์ ลดลงถึง 15.76% โดยต้นทุนประกอบไปด้วย ต้นทุนสินค้า ต้นทุนการจัดเก็บ และต้นทุนการขนส่ง ซึ่งได้แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนด้านต่างๆของแต่ละวิธีในตารางที่ 4.1 และแสดงรายละเอียดต่างๆในรูปที่ 4.2-4.7

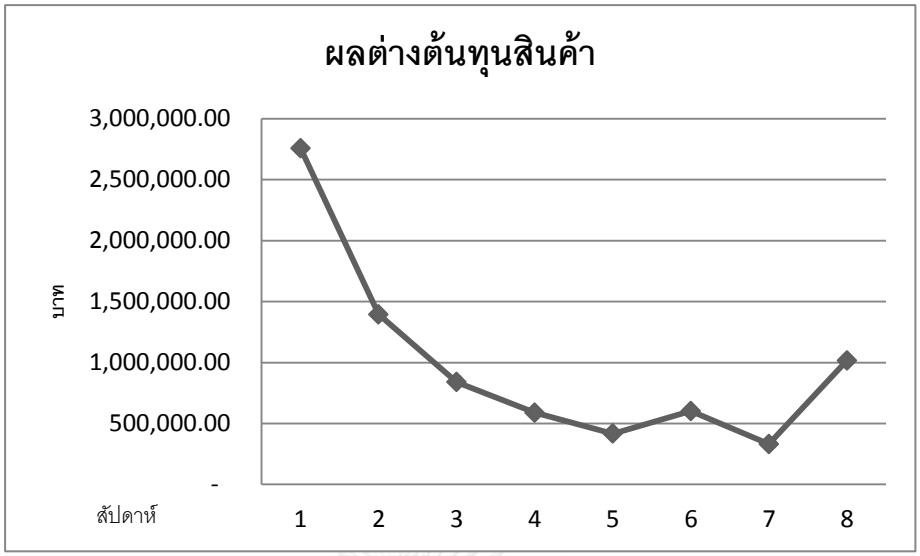
ตารางที่ 4.1 ต้นทุนด้านต่างๆในช่วง 8 สัปดาห์ของวิธีการสั่งซื้อในปัจจุบันและ การตัดสินใจโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ (บาท)

สรุป	วิธีการปัจจุบัน	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	ต้นทุนลดลง	ลดลง (%)
ต้นทุนราคาสินค้า	55,641,383.76	47,693,859.65	7,947,524.10	14.28
ต้นทุนการจัดเก็บ	2,484,853.54	1,586,774.36	898,079.17	36.14
ต้นทุนการขนส่ง	809,019.00	364,236.30	444,782.70	54.98
รวม	58,935,256.29	49,644,870.31	9,290,385.98	15.76

จากตารางที่ 4.1 เป็นตารางเปรียบเทียบต้นทุนแต่ละประเภทในช่วง 8 สัปดาห์ของวิธีการปัจจุบันและ วิธีการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถแยกรายละเอียดต้นทุนแต่ละประเภทแต่ละสัปดาห์ได้ดังรูปที่ 4.2-4.7

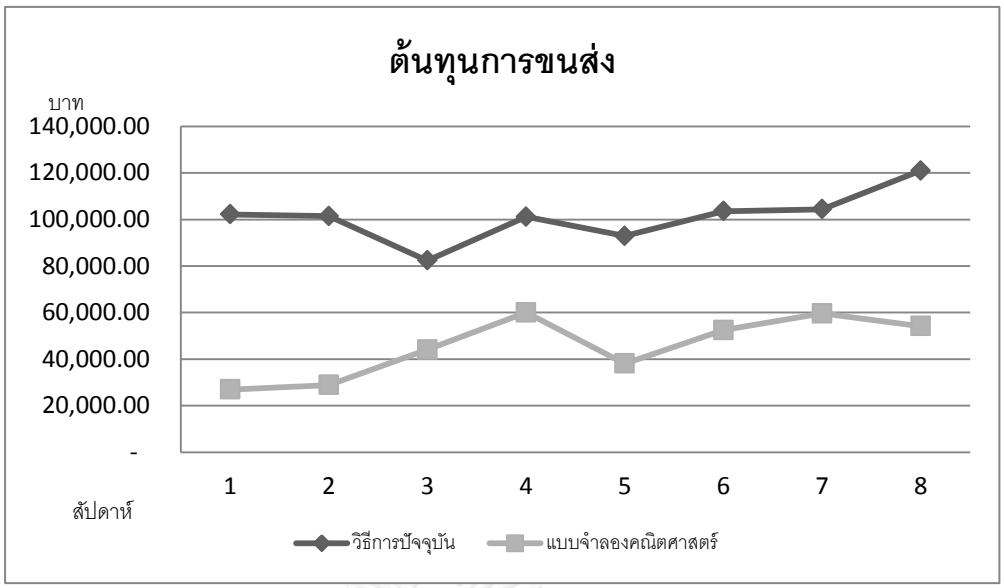


รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบต้นทุนราคาสินค้าในแต่ละสัปดาห์

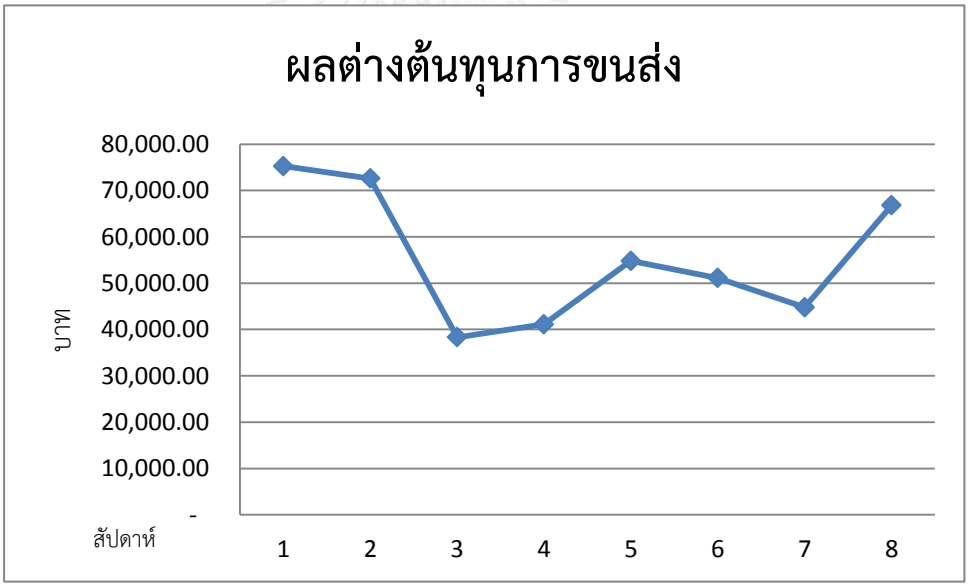


รูปที่ 4.2 ผลต่างของต้นทุนราคาสินค้าของการสั่งซื้อแบบปัจจุบันและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในแต่ละสัปดาห์

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าช่วงสัปดาห์แรกๆ วิธีการสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จะมีต้นทุนราคาสินค้าต่ำและจะค่อยๆสูงขึ้นจนถึงจุดหนึ่งแล้วต้นทุนราคาสินค้าจะค่อนข้างคงที่ เมื่อมาวิเคราะห์ดูแล้วพบว่า ในระยะเวลาช่วงแรกระบบจะตัดสินใจนำพัสดุคงคลังที่ค้างในระบบมาใช้ เป็นผลให้มีการสั่งซื้อน้อยลง แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปพัสดุคงคลังที่ค้างในระบบเริ่มลดลงจึงมีการสั่งสินค้ามากขึ้นทำให้ผลต่างของการสั่งซื้อทั้ง 2 วิธีลดลงดังที่แสดงในรูปที่ 4.2 พบว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นมาการสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้เฉลี่ย 632,420.01 บาท/สัปดาห์ หรือคิดเป็น 8.91%



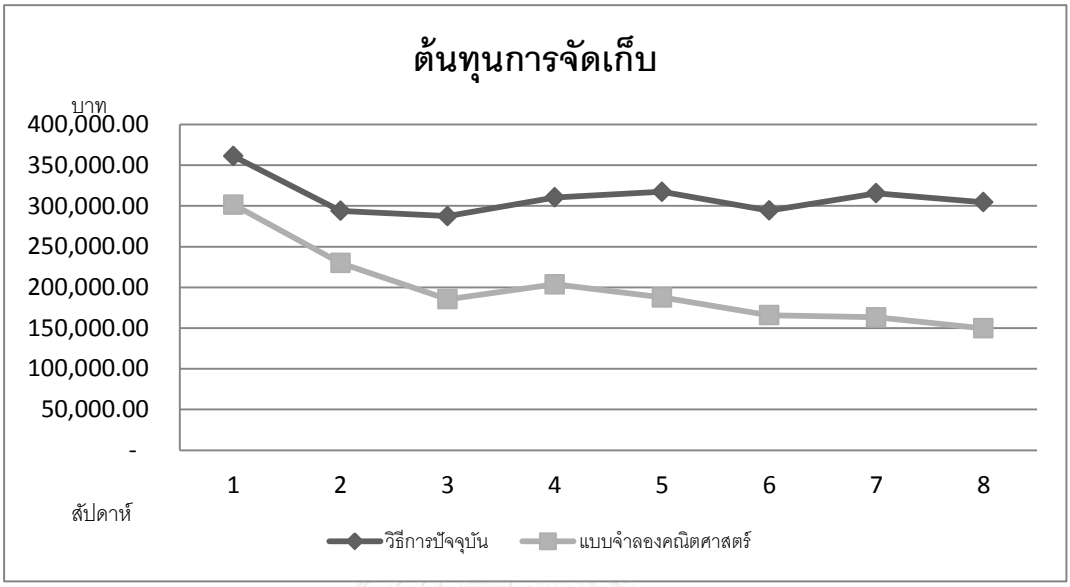
รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งในแต่ละสัปดาห์



รูปที่ 4.4 ผลต่างของต้นทุนการขนส่งของการสั่งซื้อแบบปัจจุบันและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในแต่ละสัปดาห์

จากรูปที่ 4.3 เป็นการเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งของการสั่งซื้อแบบปัจจุบันและการสั่งซื้อโดยใช้ แบบจำลองคณิตศาสตร์พบว่ามีลักษณะแนวโน้มคล้ายกับต้นทุนการจัดเก็บ เนื่องจากในช่วงระยะแรกระบบตัดสินใจสั่งซื้อน้อยเพราะนำพัสดุคงคลังที่ค้างในระบบมาใช้ส่งผลการจัดส่งเที่ยวรถลดลงตามมา และต้นทุนจะค่อยๆสูงขึ้นเมื่อพัสดุคงคลังในระบบลดลงทำให้มีการตัดสินใจสั่งซื้อมากขึ้น การจัดส่งจึงมากตามมา เป็นผลให้ต้นทุนการขนส่งค่อยๆสูงขึ้นตามมา ซึ่งถ้าวิเคราะห์

จากรูปที่ 4.4 แล้วจะพบว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นมาจะสามารถประหยัดต้นทุนค่าขนส่งเฉลี่ยประมาณ 49,489.84 บาท/สัปดาห์ หรือคิดเป็น 42.32%



รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบต้นทุนการจัดเก็บในแต่ละสัปดาห์

รูปที่ 4.6 ผลต่างของต้นทุนการจัดเก็บของการสั่งซื้อแบบปัจจุบันและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในแต่ละสัปดาห์

จากรูปที่ 4.5 เป็นการแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนการจัดเก็บของการสั่งซื้อแบบวิธีปัจจุบัน และ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์พบว่า ในช่วงระยะแรกผลต่างของต้นทุนการจัดเก็บจากการสั่งซื้อทั้ง 2 วิธีไม่ต่างกันมากนักแต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปการสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จะมีต้นทุนการจัดเก็บลดลงเนื่องจากนำพัสดุคงคลังที่ค้างในระบบออกมาใช้มากขึ้น โดยจากรูปที่ 4.6 พบว่าตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 3 การตัดสินใจสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จะสามารถประหยัดต้นทุนโดยเฉลี่ย 129,064.01 บาท/สัปดาห์ หรือคิดเป็น 52.44%

4.2 วิเคราะห์ผลเฉลยที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ในส่วนนี้จะแสดงผลเฉลยการสั่งซื้อของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด แต่ละโรงงานเพื่อวิเคราะห์อย่างละเอียดว่าปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ต้นทุนด้านต่างๆของการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ลดลง ซึ่งจะแสดงในตารางที่ 4.2-4.8

ตารางที่ 4.2 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 1 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิมและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	การสั่งซื้อแบบเดิม	การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์
A	1	80	78
	2	65	56
	3	40	35
	4	40	25
	5	40	19
	6	70	8
B	7	160	142
	8	80	73
	9	100	20
	10	120	61
	11	80	10
C	12	60	50
	13	60	42
	14	20	16
	15	20	19
	16	20	17

จากตารางที่ 4.2 พบว่าการสั่งซื้อแบบปัจจุบันจะสั่งซื้อในปริมาณที่มากกกว่าการสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ เนื่องจากผู้วางแผนต้องการสั่งซื้อขั้นต่ำในแต่ละช่วงเวลาให้ได้อย่างน้อย 20 ล็อตเพื่อที่จะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายราคาสินค้าเพิ่มเติม ในขณะที่การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์นั้นทางบริษัทสามารถรวมยอดการสั่งจากโรงงานอื่นๆได้ (เนื่องจากสั่งพร้อมกันในช่วงเวลาเดียว) ทำให้แต่ละโรงงานสามารถสั่งซื้อในปริมาณที่ต้องการใช้จริงไม่จำเป็นต้องสั่งต่อครั้งให้ได้ขั้นต่ำ 20 ล็อตโดยที่เมื่อรวมกันในแต่ละช่วงเวลาแล้วผลิตภัณฑ์ที่สั่งซื้อรวมยังคงเกิน 20 ล็อต ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 1 ในแต่ละสัปดาห์ของวิธีการสั่งซื้อแบบเดิม (ล็อต)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	สัปดาห์							
		1	2	3	4	5	6	7	8
C	12	0	20	20	0	0	20	0	0
	13	10	0	0	20	10	0	10	0
	14	10	0	0	0	10	0	0	0
	15	10	0	0	0	10	0	0	0
	16	5	0	0	0	5	0	10	0

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 1 ในแต่ละสัปดาห์ของวิธีการสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ (ล็อต)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	สัปดาห์							
		1	2	3	4	5	6	7	8
A	1	11	0	25	0	18	0	24	0
	2	17	0	0	22	0	0	0	17
	3	0	13	0	22	0	0	0	0
	4	0	32	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	25	0	0	0	0
	6	0	0	0	17	0	0	0	0
B	7	11	54	0	0	35	0	42	0
	8	19	33	0	0	0	21	0	0
	9	0	0	0	0	1	0	68	0
	10	0	21	0	0	19	0	21	0
	11	22	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 1 ในแต่ละสัปดาห์ของวิธีการสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ (ล็อต) ต่อ

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	สัปดาห์							
		1	2	3	4	5	6	7	8
C	12	0	21	8	0	0	11	0	10
	13	0	14	0	8	0	11	0	9
	14	0	0	0	7	0	6	0	3
	15	0	6	0	4	0	5	0	4
	16	0	6	0	2	0	5	0	4

จากตารางที่ 4.3 เป็นการแสดงการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 1 ของโรงงาน C โดยใช้วิธีการสั่งซื้อแบบเดิมและ สำหรับตารางที่ 4.4 เป็นการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 1 ของทั้งโรงงาน A,B และ C ที่ใช้วิธีการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ พบว่าการสั่งซื้อของโรงงาน C ทั้ง 2 วิธีจะมีปริมาณการสั่งซื้อที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อวิเคราะห์อย่างละเอียดแล้วพบว่าการสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จะมีประสิทธิภาพดีกว่า กล่าวคือการวางแผนโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จะพิจารณาการสั่งซื้อหลายโรงงานพร้อมกันทำให้ในแต่ละช่วงเวลาโรงงาน C ไม่จำเป็นต้องสั่งให้ครบ 20 ล็อตเนื่องจากสามารถรวมการสั่งจากโรงงานอื่นๆได้ เช่น ในสัปดาห์ที่ 3 ผลิตภัณฑ์ที่ 12 ของโรงงาน C จะสามารถสั่งซื้อเพียง 8 ล็อตเท่านั้นเพราะสามารถรวมยอดการสั่งจากโรงงาน A และ B ได้ ในขณะที่การตัดสินใจสั่งซื้อแบบเดิมผู้วางแผนโรงงาน C จะไม่ทราบปริมาณและ ช่วงการสั่งของโรงงาน A และ B ทำให้ไม่สามารถรวมการสั่งซื้อกับโรงงานอื่นๆได้ เป็นผลให้ผู้วางแผนของโรงงาน C ต้องสั่งซื้อถึง 20 ล็อตเพื่อจะได้ไม่เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

ตารางที่ 4.5 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิมและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	การสั่งซื้อแบบเดิม	การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์
A	17	50	45
	18	80	71
	19	30	24
	20	60	41
	21	20	10
	22	20	14
	23	20	10
	24	40	0
	25	40	0
B	26	120	45
	27	112	42
	28	0	59
	29	70	37
	30	40	49
	31	0	30
	32	40	26
	33	44	21
	34	0	10
	35	0	40
	36	0	28
	37	62	11
	38	32	24
	39	40	16
	40	20	17
	41	16	16
	42	16	14
	43	10	10
D	44	24	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่4.5 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิมและการสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์ (ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	การสั่งซื้อแบบเดิม	การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์
E	45	194	81
	46	160	95
	47	132	75
	48	0	25
	49	76	37
	50	52	21
	51	0	0
	52	0	0
	53	24	12
	54	0	0
	55	20	23
	56	0	0
	57	0	0
	58	0	0
	59	24	21
	60	20	21
F	61	65	60
	62	40	35
	63	116	55
	64	90	48
	65	80	39
	66	88	52
	67	20	10
	68	20	13
	69	72	11
	70	32	19
	71	40	39
	72	20	22
	73	20	24
	74	30	20
	75	40	33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.5 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิมและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์ (ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	การสั่งซื้อแบบเดิม	การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์
F	76	24	10
	77	20	10
	78	50	31
	79	50	0
	80	30	17
	81	10	10
	82	16	14
	83	30	17
	84	10	10
	85	24	13
	86	20	12

จากตารางที่ 4.5 เป็นการสั่งซื้อของผลิตภัณฑ์ที่ 17-86 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถสั่งซื้อจากผู้ผลิตรายที่ 2 ได้เท่านั้น เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าการสั่งซื้อด้วยวิธีการปัจจุบัน บริษัทจะมีแนวโน้มการสั่งซื้อในปริมาณที่มากกว่าเป็นผลให้ต้นทุนราคาสินค้าและ ต้นทุนการจัดเก็บมากตามมา

เมื่อวิเคราะห์อย่างละเอียดพบว่าการสั่งซื้อในปัจจุบันจะทำให้ทางบริษัทต้องจัดเก็บถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์เป็นจำนวนมาก เนื่องจากการสั่งซื้อที่ไม่เป็นระบบ กล่าวคือผลิตภัณฑ์หลายชนิดยังคงมีการสั่งซื้อแม้ว่าผลิตภัณฑ์เหล่านั้นจะมีปริมาณเพียงพอกับการใช้งาน โดยจะแสดงตัวอย่างในตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างวิธีการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ชนิดหนึ่งของบริษัทในปัจจุบัน (ล็อต)

สัปดาห์ (t)	ระดับพัสดุคงคลังก่อนหน้า (t-1)	*สินค้าเข้าระบบ	ความต้องการ (t)	ระดับพัสดุคงคลัง ณ สิ้นเวลา (t)
1	36.032	0	9.726	26.306
2	26.306	20	13.384	32.922
3	32.922	20	9.979	42.943
4	42.943	16	11.538	47.405

*สินค้าเข้าระบบ หมายถึง สินค้าที่สั่งซื้อไปในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา และสินค้าจะถึงโรงงานเมื่อครบเวลานำ

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นว่าพัสดุคงคลังในช่วงเริ่มต้นมีปริมาณมากพอที่จะใช้รองรับความต้องการไปอีก 3 สัปดาห์ แต่สำหรับการตัดสินใจปัจจุบันได้มีการสั่งซื้อสินค้าไว้ ทำให้เกิดพัสดุคงคลังค้างในระบบ ซึ่งหากเป็นการตัดสินใจด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์จะได้การตัดสินใจที่เหมาะสมกว่า ซึ่งจะแสดงในตัวอย่างที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ชนิดหนึ่งของแบบจำลองคณิตศาสตร์ (ล็อต)

สัปดาห์ (t)	ระดับพัสดุคงคลังก่อนหน้า (t-1)	*สินค้าเข้าระบบ	ความต้องการ (t)	ระดับพัสดุคงคลัง ณ สิ้นเวลา (t)
1	36.032	0	9.726	26.306
2	26.306	0	13.384	12.922
3	12.922	0	9.979	2.943
4	2.943	14	11.538	5.405

*สินค้าเข้าระบบ หมายถึง สินค้าที่สั่งซื้อไปในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา และสินค้าจะถึงโรงงานเมื่อครบเวลานำ

จากตารางที่ 4.7 จะมีการตัดสินใจสั่งซื้อเพียงแค่ช่วงเวลาเดียวคือ สั่งซื้อในสัปดาห์ที่ 2 และสินค้าจะเข้าระบบในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งเป็นช่วงที่ต้องเติมเต็มสินค้าพอดี จะเห็นว่าการตัดสินใจโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จะมีการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่เหมาะสม และสั่งเท่าที่จำเป็นต้องใช้จริง ส่งผลให้ระดับพัสดุคงคลังต่ำกว่าการตัดสินใจของบริษัทในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.8 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 และผู้ผลิตรายที่ 3 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิม และ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ต้นทุน		ปัจจุบัน			สั่งซื้อผ่านส่วนกลาง		
		ผู้ผลิต 2	ผู้ผลิต 3	ผู้ผลิตรายที่		ต้นทุนสินค้ารวม	ผู้ผลิตรายที่		ต้นทุนสินค้ารวม
				2	3		2	3	
C	87	14,030	14,023	120	100	3,085,851	27	165	2,692,525
	88	8,880	8,874	100	0	888,000	36	45	718,991
	89	8,780	8,770	20	0	175,600	0	52	456,049
	90	6,580	6,578	20	0	131,600	10	20	197,351
	91	8,430	8,419	20	0	168,600	0	45	378,864
	92	8,350	8,348	40	0	334,000	0	13	108,525

ตารางที่ 4.8 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 และผู้ผลิตรายที่ 3 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิมและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์ (ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ต้นทุน		ปัจจุบัน			สั่งซื้อผ่านส่วนกลาง		
		ผู้ผลิต 2	ผู้ผลิต 3	ผู้ผลิตรายที่		ต้นทุนสินค้ารวม	ผู้ผลิตรายที่		ต้นทุนสินค้ารวม
				2	3		2	3	
C	93	6,090	6,088	20	0	121,800	0	18	109,585
	94	8,430	8,419	20	0	168,600	0	19	159,955
	95	8,430	8,418	36	0	303,480	0	14	117,852
	96	13,400	13,395	24	0	321,600	11	11	294,740
	97	8,430	8,421	12	0	101,160	0	16	134,739
	98	13,400	13,400	16	0	214,400	0	18	241,198
	99	8,000	7,993	25	0	200,000	12	10	175,928
G	100	7,380	7,450	0	150	1,117,500	49	32	600,020
	101	7,790	7,860	0	88	691,680	34	10	343,460
	102	13,900	13,400	90	0	1,251,000	0	40	536,000
	103	9,130	8,630	70	0	639,100	0	40	345,200
	104	7,550	8,050	10	0	75,500	13	0	98,150
	105	13,900	13,400	70	0	973,000	0	21	281,400
	106	9,730	9,230	20	0	194,600	0	23	212,290
	107	13,900	13,400	24	0	333,600	0	12	160,800
	108	8,470	8,320	10	0	84,700	0	38	316,160
	109	8,000	7,750	40	0	320,000	0	32	248,000
	110	8,430	7,930	10	0	84,300	0	26	206,180
	111	8,300	8,050	32	0	265,600	0	27	217,350
	112	7,380	7,450	0	0	-	0	0	-
	113	7,380	7,450	48	0	354,240	17	0	125,460
	114	8,500	8,000	30	0	255,000	0	26	208,000
	115	8,770	8,620	90	0	789,300	0	19	163,780
	116	7,380	7,620	0	34	259,080	18	0	132,840
	117	7,030	7,250	0	0	-	0	0	-
	118	7,030	7,250	0	8	58,000	21	0	147,630
	119	9,130	8,630	14	0	127,820	0	18	155,340
	120	7,480	7,450	0	40	298,000	0	15	111,750

ตารางที่ 4.8 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 และผู้ผลิตรายที่ 3 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิมและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์ (ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ต้นทุน		ปัจจุบัน			สั่งซื้อผ่านส่วนกลาง		
		ผู้ผลิต 2	ผู้ผลิต 3	ผู้ผลิตรายที่ 2	ผู้ผลิตรายที่ 3	ต้นทุนรวมสินค้า	ผู้ผลิตรายที่ 2	ผู้ผลิตรายที่ 3	ต้นทุนรวมสินค้า
G	121	9,120	8,620	8	0	72,960	0	12	103,440
	122	7,380	7,450	0	20	149,000	0	15	111,750
	123	9,130	8,630	20	0	182,600	0	10	86,300
	124	9,420	8,920	8	0	75,360	0	14	124,880
	125	7,850	8,520	0	0	-	0	0	-
H	126	6,510	6,520	80	70	977,200	76	58	872,920
	127	5,610	5,840	100	20	677,800	116	0	650,760
	128	6,070	6,170	80	50	794,100	127	0	770,890
	129	5,610	5,840	70	30	567,900	80	0	448,800
	130	8,400	8,430	40	50	757,500	87	0	730,800
	131	5,430	5,340	65	0	352,950	0	63	336,420
	132	7,160	7,930	40	30	524,300	64	0	458,240
	133	7,790	7,860	70	0	545,300	64	0	498,560
	134	7,700	7,930	40	10	387,300	48	0	369,600
	135	8,570	8,620	40	0	342,800	36	0	308,520
	136	7,420	7,480	30	20	372,200	39	0	289,380
	137	7,790	7,860	30	0	233,700	33	0	257,070
	138	8,230	8,230	30	0	246,900	0	27	222,210
	139	6,330	6,680	30	0	189,900	32	0	202,560
	140	6,910	6,850	30	0	207,300	0	25	171,250
	141	7,380	7,450	0	25	186,250	23	0	169,740
	142	7,450	7,470	40	0	298,000	23	0	171,350
	143	6,510	6,520	0	20	130,400	19	0	123,690
	144	5,120	5,220	0	20	104,400	16	0	81,920
I	145	8210	8,230	30	10	328,600	26	0	213,460
	146	6850	6,860	20	10	205,600	22	10	219,300

ตารางที่ 4.8 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 และผู้ผลิตรายที่ 3 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิมและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์ (ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ต้นทุน		ปัจจุบัน			สั่งซื้อผ่านส่วนกลาง		
		ผู้ผลิต 2	ผู้ผลิต 3	ผู้ผลิตรายที่		ต้นทุนสินค้ารวม	ผู้ผลิตรายที่		ต้นทุนสินค้ารวม
				2	3		2	3	
J	147	5,270	5,340	125	20	765,550	143	0	753,610
	148	6,480	6,580	0	190	1,250,200	170	0	1,101,600
	149	5,270	5,340	140	30	898,000	134	20	812,980
	150	7,930	7,900	128	0	1,015,040	32	70	806,760
	151	5,270	5,340	128	0	674,560	106	0	558,620
	152	5,270	5,340	80	0	421,600	69	0	363,630
	153	5,270	5,510	16	50	359,820	53	0	279,310
	154	7,900	7,930	80	0	632,000	32	23	435,190
	155	13,200	13,400	64	0	844,800	37	0	488,400
	156	7,900	7,930	80	0	632,000	23	30	419,600
	157	6,350	6,380	16	0	101,600	10	36	293,180
	158	7,900	7,930	84	0	663,600	20	33	419,690
	159	5,270	5,510	16	20	194,520	45	0	237,150
	160	6,480	6,580	16	0	103,680	30	0	194,400
	161	7,590	7,790	16	0	121,440	34	0	258,060
	162	6,850	6,910	32	0	219,200	33	0	226,050
	163	6,480	6,580	20	0	129,600	28	0	181,440
	164	7,930	7,900	16	0	126,880	0	13	102,700
	165	5,270	5,340	32	0	168,640	20	0	105,400
	166	6,480	6,580	32	0	207,360	16	0	103,680
	167	6,350	6,380	16	0	101,600	13	0	82,550
	168	6,350	6,380	20	0	127,000	13	0	82,550
	169	13,200	13,400	46	0	607,200	15	0	198,000
K	170	6,380	6,350	20	0	127,600	0	20	127,000
	171	6,380	6,350	0	20	127,000	0	10	63,500
	172	6,380	6,350	20	0	127,600	0	13	82,550
	173	6,380	6,350	40	20	382,200	0	16	101,600
	174	6,380	6,350	20	0	127,600	0	0	-

ตารางที่ 4.8 การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 และผู้ผลิตรายที่ 3 ของการสั่งซื้อโดยใช้ใช้วิธีเดิมและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในช่วง 8 สัปดาห์ (ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ต้นทุน		ปัจจุบัน			สั่งซื้อผ่านส่วนกลาง		
		ผู้ผลิต 2	ผู้ผลิต 3	ผู้ผลิตรายที่		ต้นทุนสินค้ารวม	ผู้ผลิตรายที่		ต้นทุนสินค้ารวม
				2	3		2	3	
L	175	6,180	6,190	250	0	1,545,000	223	0	1,378,140
	176	6,160	6,580	130	0	800,800	118	0	726,880
	177	7,360	7,750	150	0	1,104,000	127	0	934,720
	178	9,440	9,230	85	0	802,400	73	0	689,120
	179	8,580	8,930	100	0	858,000	64	0	549,120
	180	6,270	6,580	30	0	188,100	25	0	156,750
	181	8,580	8,930	50	0	429,000	46	0	394,680
	182	8,210	8,430	34	0	279,140	37	0	303,770
	183	9,450	9,230	32	0	302,400	31	0	292,950
	184	9,450	9,230	32	0	302,400	33	0	311,850
	185	8,070	8,350	32	0	258,240	32	0	258,240
	186	8,030	8,930	30	0	240,900	23	0	184,690
	187	8,030	8,930	25	0	200,750	23	0	184,690
	188	8,580	8,930	24	0	205,920	20	0	171,600

จากตารางที่ 4.8 เป็นการสั่งซื้อของโรงงาน C, G, H, I, J, K และ L ซึ่งประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์ที่ 87-188 ที่สามารถสั่งซื้อได้จากทั้งผู้ผลิตรายที่ 2 และผู้ผลิตรายที่ 3 พบว่าในส่วนของผลิตภัณฑ์ของโรงงาน C, G, H, I, J และ K การตัดสินใจแบบปัจจุบันส่วนมากจะเลือกสั่งซื้อจากผู้ผลิตรายที่ 2 เพื่อแต่ละโรงงานต้องรักษาสัดส่วนการสั่งกับทางผู้ผลิตไว้ และไม่ได้คำนึงถึงด้านราคาสินค้า ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าการสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จะทำให้ต้นทุนโดยรวมต่ำกว่า เนื่องจากมีการพิจารณาทางเลือกการตัดสินใจมากขึ้น เช่นโรงงาน G พยายามสั่งซื้อจากผู้ผลิตรายที่ 2 ให้ได้สัดส่วนที่ 70-80% ซึ่งทำให้ต้นทุนสินค้าสูงขึ้น เนื่องจากเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าผลิตภัณฑ์หลายชนิดผู้ผลิตรายที่ 2 กำหนดราคาสูงกว่า ในขณะที่การสั่งซื้อผ่านส่วนกลางจะพิจารณาทุกโรงงานพร้อมกันทำให้โรงงาน G ไม่จำเป็นต้องสั่งจากผู้ผลิตรายที่ 2 ให้ได้ 70-80% เพราะสามารถรวมการสั่งจากโรงงานอื่นๆเพื่อให้เป็นตามเงื่อนไข ดังนั้นแล้วการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางจะส่งผลให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นผลให้สามารถเลือกผู้ผลิตได้เหมาะสม เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ 105-111 ต้นทุนของผู้ผลิตรายที่ 3 มีต้นทุนต่ำกว่า ดังนั้นการตัดสินใจสั่งซื้อผ่านส่วนกลางผลิตภัณฑ์ส่วนมากจะเลือก

สั่งซื้อกับผู้ผลิตรายที่ 3 ในขณะที่การสั่งซื้อแบบปัจจุบันจะเลือกสั่งซื้อกับผู้ผลิตรายที่ 2 ที่มีต้นทุนสูงกว่าเพื่อรักษาสัดส่วนการสั่งซื้อให้เป็นไปตามเงื่อนไข

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในตารางที่ 4.8 ต่อจะพบว่าโรงงาน G ส่วนมากจะเลือกสั่งซื้อจากผู้ผลิตรายที่ 3 ซึ่งมีเส้นทางการขนส่งที่ใกล้กว่าเป็นผลให้ต้นทุนการขนส่งลดลง

ในขณะที่การสั่งซื้อของโรงงาน L พบว่าการสั่งซื้อแบบปัจจุบันและ การสั่งซื้อโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จะมีลักษณะการตัดสินใจที่คล้ายกันคือ เลือกสั่งซื้อจากผู้ผลิตรายที่ 2 เนื่องจากหากสั่งซื้อจากผู้ผลิตรายที่ 3 จะต้องเสียค่าขนส่งพิเศษเพิ่มเติม (10,000 บาท/เที่ยวรถ) อย่างไรก็ตามการตัดสินใจของ 2 วิธีสำหรับโรงงาน L ยังมีข้อแตกต่างเล็กน้อยในด้านของปริมาณการสั่ง กล่าวคือการสั่งโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จะมีการตัดสินใจที่เหมาะสมกว่า สั่งในปริมาณที่น้อยกว่าแต่ยังเพียงพอกับปริมาณการใช้ เป็นผลให้ต้นทุนราคาสินค้าต่ำกว่า และจำนวนที่จัดเก็บลดลงตามมา

จากทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วสามารถสรุปได้ว่าการตัดสินใจผ่านส่วนกลางโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จะทำให้มองเห็นการสั่งภาพรวมของทุกโรงงานทำให้การตัดสินใจมีความเหมาะสมมากกว่า กล่าวคือ แต่ละโรงงานสามารถเลือกเส้นทางที่จัดส่งและ การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่เหมาะสมในปริมาณที่พอดี โดยที่การสั่งซื้อโดยภาพรวมของทั้งประเทศยังรักษาสัดส่วนการสั่งกับทางผู้ผลิตไว้ได้

4.3 การทดสอบใช้ในสถาณการณ์จริง

เมื่อได้ผลเฉลยจากแบบจำลองคณิตศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยจะนำผลเฉลยการสั่งซื้อที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์มาทดสอบกับความต้องการจริง เพื่อตรวจสอบว่าระดับพัสดุคงคลังที่ทางบริษัทกำหนดไว้จะสามารถรองรับกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงได้ กล่าวคือจะต้องไม่มีการเกิดสินค้าขาดมือในทุกสัปดาห์ ทุกผลิตภัณฑ์ โดยจะทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 188 ชนิด ซึ่งจะแสดงรายละเอียดการจำลองสถาณการณ์ในตารางที่ 4.9 และสำหรับผลิตภัณฑ์อื่นๆที่เหลือจะแสดงผลในภาคผนวก ข.

ตารางที่ 4.9 รายละเอียดการจำลองสถาณการณ์ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ 1

สัปดาห์ (t)	ระดับพัสดุคงคลังในช่วงก่อนหน้า (t-1)	การสั่ง (ผลเฉลยในแบบจำลองคณิตศาสตร์) (t-2)	ความต้องการที่แท้จริง (t)	ระดับพัสดุคงคลัง ณ สิ้นเวลา (t)
t=1	28.1	0	10.364	17.736
t=2	17.736	0	9.596	8.14
t=3	8.14	10	8.245	9.895
t=4	9.895	0	0.773	9.122
t=5	9.122	11	9.594	10.528
t=6	10.528	0	8.991	1.537
t=7	1.537	10	9.137	2.4
t=8	2.4	10	10.333	2.067

จากตารางที่ 4.9 เป็นรายละเอียดการจำลองสถาณการณ์ของผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งโดยจะนำระดับพัสดุคงคลังในช่วงเวลาก่อนหน้ามารวมกับจำนวนการสั่งในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนหน้า ซึ่งผลิตภัณฑ์จะเข้าระบบพอดี แล้วนำมาลบกับความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลานั้นๆ จะได้ระดับพัสดุคงคลังที่สิ้นเวลานั้นๆ หากผลลัพธ์ในส่วนนี้เป็นค่าบวกแสดงว่ายังมีสินค้าเพียงพอกับความต้องการ และในทางตรงข้าม หากผลลัพธ์มีค่าติดลบแสดงว่าเกิดเหตุการณ์สินค้าขาดมือขึ้น

จากการทดสอบในทุกผลิตภัณฑ์ (ดูผลได้ที่ภาคผนวก ข.) พบว่าไม่มีสินค้าชนิดใดที่ทำให้เกิดสินค้าขาดมือ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า วิธีการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ระดับพัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัยที่ทางบริษัทกำหนดสามารถนำมาใช้งานได้จริงโดยไม่ทำให้เกิดเหตุการณ์สินค้าขาดมือ

4.4 การทดสอบผลลัพธ์เมื่อต้นทุนการจัดเก็บเปลี่ยนแปลงไป

ในส่วนนี้จะทดสอบว่าเมื่อเปลี่ยนข้อมูลนำเข้าในส่วนของต้นทุนการจัดเก็บจะส่งผลให้ต้นทุนในด้านต่างๆเปลี่ยนแปลงอย่างไร ซึ่งในการทดสอบนี้จะพิจารณาต้นทุนการจัดเก็บที่ 1%, 1.25%, 1.5%, 1.75%, 2%, 2.25% และ 2.5% ของราคาสินค้าต่อเดือน โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะเป็นข้อมูลการตัดสินใจในช่วง 12 สัปดาห์ และทำการทดสอบโดยการแบ่งปัญหาออกเป็น 3 ส่วน ซึ่งพิจารณาดังนี้

- ปัญหาในส่วนที่ 1 สำหรับถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ 16 ชนิดซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของโรงงาน A, B และ C ที่มีเพียงผู้ผลิตรายที่ 1 ที่สามารถผลิตและจัดส่งได้
- ปัญหาในส่วนที่ 2 สำหรับถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ 70 ชนิด (ตั้งแต่ชนิดที่ 17-86) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของโรงงาน A, B, D, E และ F ที่มีเพียงผู้ผลิตรายที่ 2 ที่สามารถผลิตและจัดส่งได้
- ปัญหาในส่วนที่ 3 สำหรับถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ 118 ชนิด (ตั้งแต่ชนิดที่ 87-188) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของโรงงาน C, G, H, I, J, K และ L ที่ทั้งผู้ผลิตรายที่ 2 และ 3 สามารถผลิตและจัดส่งได้

  ซึ่งผลเฉลยของต้นทุนด้านต่างๆ ในแต่ละปัญหาจะแสดงในตารางที่ 4.10 4.11 และ 4.13

ตารางที่ 4.10 ต้นทุนด้านต่างๆ จากการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ของปัญหาในส่วนที่ 1 (บาท)

ต้นทุนการจัดเก็บที่เปลี่ยนไป	ต้นทุนการขนส่ง	ต้นทุนสินค้า	ต้นทุนการจัดเก็บ	ต้นทุนรวม
1.00% ของราคาสินค้า	21,822	8,774,790	92,560.30	8,808,704.30
1.25% ของราคาสินค้า	21,822	8,774,790	115,700.38	8,912,312.38
1.50% ของราคาสินค้า	21,822	8,774,790	138,840.45	8,935,452.45
1.75% ของราคาสินค้า	21,822	8,774,790	182,055.46	8,978,667.46
2.00% ของราคาสินค้า	21,822	8,774,790	185,120.60	8,981,732.60
2.25% ของราคาสินค้า	21,822	8,774,790	208,260.68	9,004,872.68
2.50% ของราคาสินค้า	21,822	8,774,790	231,400.7	9,028,012.75

จากตารางที่ 4.10 สามารถบอกได้ว่าการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ไม่มีผลต่อการตัดสินใจที่ทำให้ผลเฉลยเปลี่ยนไป สิ่งที่เปลี่ยนเป็นเพียงต้นทุนรวมที่สูงขึ้นเนื่องจากต้นทุนการจัดเก็บมีค่ามากขึ้น

ตารางที่ 4.11 ต้นทุนด้านต่างๆ จากการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ของปัญหาในส่วนที่ 2 (บาท)

ต้นทุนการจัดเก็บที่เปลี่ยนไป	ต้นทุนการขนส่ง	ต้นทุนสินค้า	ต้นทุนการจัดเก็บ	ต้นทุนรวม
1.00% ของราคาสินค้า	211,877.15	19,994,030.00	133,023.21	20,338,930.36
1.25% ของราคาสินค้า	220,954.20	19,994,030.00	162,947.57	20,377,931.77
1.50% ของราคาสินค้า	220,954.20	19,994,030.00	193,743.94	20,408,728.14
1.75% ของราคาสินค้า	222,527.05	19,994,030.00	225,389.41	20,441,946.46
2.00% ของราคาสินค้า	225,183.15	19,994,030.00	257,670.30	20,473,883.45
2.25% ของราคาสินค้า	228,390.75	19,994,030.00	284,987.60	20,507,408.35
2.50% ของราคาสินค้า	234,923.90	19,994,030.00	315,731.81	20,544,685.71

จากตารางที่ 4.11 สามารถบอกได้ว่าเมื่อปรับข้อมูลนำเข้าในส่วนของต้นทุนการจัดเก็บให้มีค่ามากขึ้น จะส่งผลให้ต้นทุนรวมการจัดเก็บมีค่าสูงตามมา แต่เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดแล้วจะพบว่าจำนวนที่จัดเก็บจะลดลง เป็นผลให้มีการตัดสินใจสั่งซื้อ และจัดส่งที่ถี่ขึ้น ซึ่งจะสะท้อนมายังต้นทุนการขนส่งที่สูงขึ้นตามมา โดยแสดงการเปรียบเทียบในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 จำนวนการจัดเก็บ จำนวนครั้งของการสั่งรวม และจำนวนรถที่ผู้ผลิตใช้จัดส่ง ในช่วง 12 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 2

ต้นทุนการจัดเก็บทีเปลี่ยนไป	จำนวนการจัดเก็บ (ล็อต)	จำนวนการสั่ง (ครั้ง)	จำนวนเที่ยวรถ			
			4 ล้อ	6 ล้อ	10 ล้อ	รวม
1.00% ของราคาสินค้า	6,951.688	189	1	5	28	34
1.25% ของราคาสินค้า	6,792.688	194	-	11	25	36
1.50% ของราคาสินค้า	6,722.597	195	-	11	25	36
1.75% ของราคาสินค้า	6,691.142	196	3	6	28	37
2.00% ของราคาสินค้า	6,643.102	196	2	7	28	37
2.25% ของราคาสินค้า	6,569.597	197	4	6	28	38
2.50% ของราคาสินค้า	6,536.961	201	3	6	29	38

จากตารางที่ 4.12 สรุปได้ว่ายิ่งต้นทุนการจัดเก็บมากขึ้นจะส่งผลให้จำนวนการจัดเก็บลดลง เป็นผลให้มีการสั่งและจัดส่งถี่ขึ้นซึ่งจะสะท้อนมายังจำนวนเที่ยวรถที่ใช้จัดส่งและ จำนวนครั้งในการสั่งที่มากขึ้น

ตารางที่ 4.13 จำนวนการจัดเก็บ จำนวนครั้งของการสั่งรวม และจำนวนรถที่ผู้ผลิตใช้จัดส่ง ในช่วง 12 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3

ต้นทุนการจัดเก็บ ที่เปลี่ยนไป	ต้นทุนการขนส่ง	ต้นทุนสินค้า	ต้นทุนการจัดเก็บ	ต้นทุนรวม
1.00% ของราคาสินค้า	299,052.20	41,589,980.02	176,587.39	42,630,548.93
1.25% ของราคาสินค้า	307,173.75	41,590,062.37	213,411.27	42,675,494.36
1.50% ของราคาสินค้า	311,859.85	41,590,062.37	256,254.22	42,723,023.40
1.75% ของราคาสินค้า	311,933.30	41,590,077.34	299,172.55	42,766,015.19
2.00% ของราคาสินค้า	313,058.40	41,590,136.98	336,206.99	42,804,174.73
2.25% ของราคาสินค้า	325,342.95	41,590,166.92	377,144.82	42,857,397.11
2.50% ของราคาสินค้า	353,176.95	41,590,272.62	419,049.80	42,927,136.09

จากตารางที่ 4.13 สามารถบอกได้ว่าเมื่อปรับข้อมูลนำเข้าในส่วนของต้นทุนการจัดเก็บให้มีค่ามากขึ้น จะส่งผลให้ต้นทุนรวมการจัดเก็บมีค่าสูงตามมา แต่เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดแล้วจะพบว่าจำนวนที่จัดเก็บจะลดลง เป็นผลให้มีการตัดสินใจสั่งซื้อ และจัดส่งที่ถี่ขึ้น ซึ่งจะสะท้อนมายังต้นทุนการขนส่งที่สูงขึ้นตามมา โดยแสดงการเปรียบเทียบในตารางที่ 4.14

นอกจากนี้ในตารางที่ 4.13 สามารถบอกได้อีกว่าการปรับข้อมูลนำเข้าในส่วนของต้นทุนการจัดเก็บจะทำให้ต้นทุนราคาสินค้าเปลี่ยนไป กล่าวคือการปรับข้อมูลนำเข้าจะทำให้การตัดสินใจเลือกสั่งซื้อสินค้าจากผู้ผลิตเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.14 จำนวนการจัดเก็บ จำนวนครั้งของการสั่งรวม และจำนวนรถที่ผู้ผลิตใช้จัดส่ง ในช่วง 12 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3

ต้นทุนการจัดเก็บที่เปลี่ยนไป	จำนวนการจัดเก็บ (ล็อต)	จำนวนการสั่ง (ครั้ง)	จำนวนเที่ยวรถ			
			4 ล้อ	6 ล้อ	10 ล้อ	รวม
1.00% ของราคาสินค้า	9,040.10	410	1	7	57	65
1.25% ของราคาสินค้า	8,841.10	423	1	10	57	68
1.50% ของราคาสินค้า	8,765.10	424	1	11	57	69
1.75% ของราคาสินค้า	8,726.10	424	1	10	58	69
2.00% ของราคาสินค้า	8,703.10	424	2	10	59	71
2.25% ของราคาสินค้า	8,660.10	424	3	7	61	71
2.50% ของราคาสินค้า	8,618.10	425	4	8	61	73

จากตารางที่ 4.14 สรุปได้ว่ายิ่งต้นทุนการจัดเก็บมากขึ้นจะส่งผลให้จำนวนการจัดเก็บลดลง เป็นผลให้มีการสั่งและจัดส่งถี่ขึ้นซึ่งจะสะท้อนมายังจำนวนเที่ยวรถที่ใช้จัดส่งและ จำนวนครั้งในการสั่งที่มากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.15 จำนวนการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจากผู้ผลิตแต่ละรายในรอบ 12 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ล็อต)

ผลิตภัณฑ์	ต้นทุนการจัดเก็บที่เปลี่ยนแปลงไป (% ของราคาสินค้า)													
	1%		1.25%		1.5%		1.75%		2%		2.25%		2.5%	
	ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
87	27	239	38	228	38	228	40	226	40	226	44	222	45	221
88	36	66	36	66	36	66	36	66	36	66	36	66	36	66
89	0	71	0	71	0	71	0	71	0	71	0	71	10	61
90	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40
91	0	45	0	45	0	45	0	45	0	45	0	45	0	45
92	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23
93	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30
94	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19
95	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26
96	0	32	0	32	0	32	0	32	11	21	11	21	11	21
97	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16
98	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18
99	97	30	97	30	97	30	97	30	97	30	97	30	97	30
100	41	32	41	32	41	32	41	32	41	32	41	32	41	32
101	0	74	0	74	0	74	0	74	0	74	0	74	0	74
102	0	74	0	74	0	74	0	74	0	74	0	74	0	74
103	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0
104	0	36	0	36	0	36	0	36	0	36	0	36	0	36
105	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37
106	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32
107	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50
108	0	44	0	44	0	44	0	44	0	44	0	44	0	44
109	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37
110	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40
111	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0
112	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0
113	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37
114	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19

ตารางที่ 4.15 จำนวนการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจากผู้ผลิตแต่ละรายในรอบ 12 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ล็อต) ต่อ

ผลิตภัณฑ์	ต้นทุนการจัดเก็บที่เปลี่ยนแปลงไป (% ของราคาสินค้า)													
	1%		1.25%		1.5%		1.75%		2%		2.25%		2.5%	
	ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
115	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0
116	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0
117	21	0	21	0	21	0	21	0	21	0	21	0	21	0
118	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18
119	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15
120	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
121	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0
122	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
123	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14
124	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0
125	27	239	38	228	38	228	40	226	40	226	44	222	45	221
126	86	60	86	60	86	60	86	60	86	60	86	60	86	60
127	129	0	129	0	129	0	129	0	129	0	129	0	129	0
128	149	0	149	0	149	0	149	0	149	0	149	0	149	0
129	108	0	108	0	108	0	108	0	108	0	108	0	108	0
130	110	0	110	0	110	0	110	0	110	0	110	0	110	0
131	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63
132	74	0	74	0	74	0	74	0	74	0	74	0	74	0
133	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0
134	58	0	58	0	58	0	58	0	58	0	58	0	58	0
135	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0
136	39	0	39	0	39	0	39	0	39	0	39	0	39	0
137	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0
138	0	27	0	27	0	27	0	27	0	27	0	27	0	27
139	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0
140	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
141	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0
142	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0
143	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0

ตารางที่ 4.15 จำนวนการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจากผู้ผลิตแต่ละรายในรอบ 12 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ล็อต) ต่อ

ผลิตภัณฑ์	ต้นทุนการจัดเก็บที่เปลี่ยนแปลงไป (% ของราคาสินค้า)													
	1%		1.25%		1.5%		1.75%		2%		2.25%		2.5%	
	ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
144	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0
145	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0
146	22	10	22	10	22	10	22	10	22	10	22	10	22	10
147	206	0	206	0	206	0	206	0	206	0	206	0	206	0
148	207	0	207	0	207	0	207	0	207	0	207	0	207	0
149	162	20	162	20	162	20	162	20	162	20	162	20	162	20
150	43	80	43	80	43	80	43	80	43	80	43	80	43	80
151	106	0	106	0	106	0	106	0	106	0	106	0	106	0
152	69	0	69	0	69	0	69	0	69	0	69	0	69	0
153	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0
154	32	37	32	37	32	37	32	37	32	37	32	37	32	37
155	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0
156	23	41	23	41	23	41	23	41	23	41	23	41	23	41
157	10	36	10	36	10	36	10	36	10	36	10	36	10	36
158	20	33	20	33	20	33	20	33	20	33	20	33	20	33
159	45	0	45	0	45	0	45	0	45	0	45	0	45	0
160	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0
161	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0
162	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0
163	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0
164	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13
165	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0
166	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0
167	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0
168	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0
169	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0
170	0	81	0	81	0	81	0	81	0	81	0	81	0	81
171	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63
172	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50

ตารางที่ 4.15 จำนวนการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจากผู้ผลิตแต่ละรายในรอบ 12 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ล็อต) ต่อ

ผลิตภัณฑ์	ต้นทุนการจัดเก็บที่เปลี่ยนแปลงไป (% ของราคาสินค้า)													
	1%		1.25%		1.5%		1.75%		2%		2.25%		2.5%	
	ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย		ผู้ผลิตราย	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
173	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26
174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175	223	0	223	0	223	0	223	0	223	0	223	0	223	0
176	118	0	118	0	118	0	118	0	118	0	118	0	118	0
177	127	0	127	0	127	0	127	0	127	0	127	0	127	0
178	73	0	73	0	73	0	73	0	73	0	73	0	73	0
179	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0
180	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0
181	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0
182	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0
183	31	0	31	0	31	0	31	0	31	0	31	0	31	0
184	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0
185	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0
186	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0
187	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0
188	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงต้นทุนการจัดเก็บจะส่งผลให้การตัดสินใจเลือกสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ที่ 87 และ 96 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของโรงงาน C มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งพบว่าเมื่อต้นทุนการจัดเก็บมากขึ้น การตัดสินใจจะมีแนวโน้มที่จะทำการสั่งผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 มากขึ้น

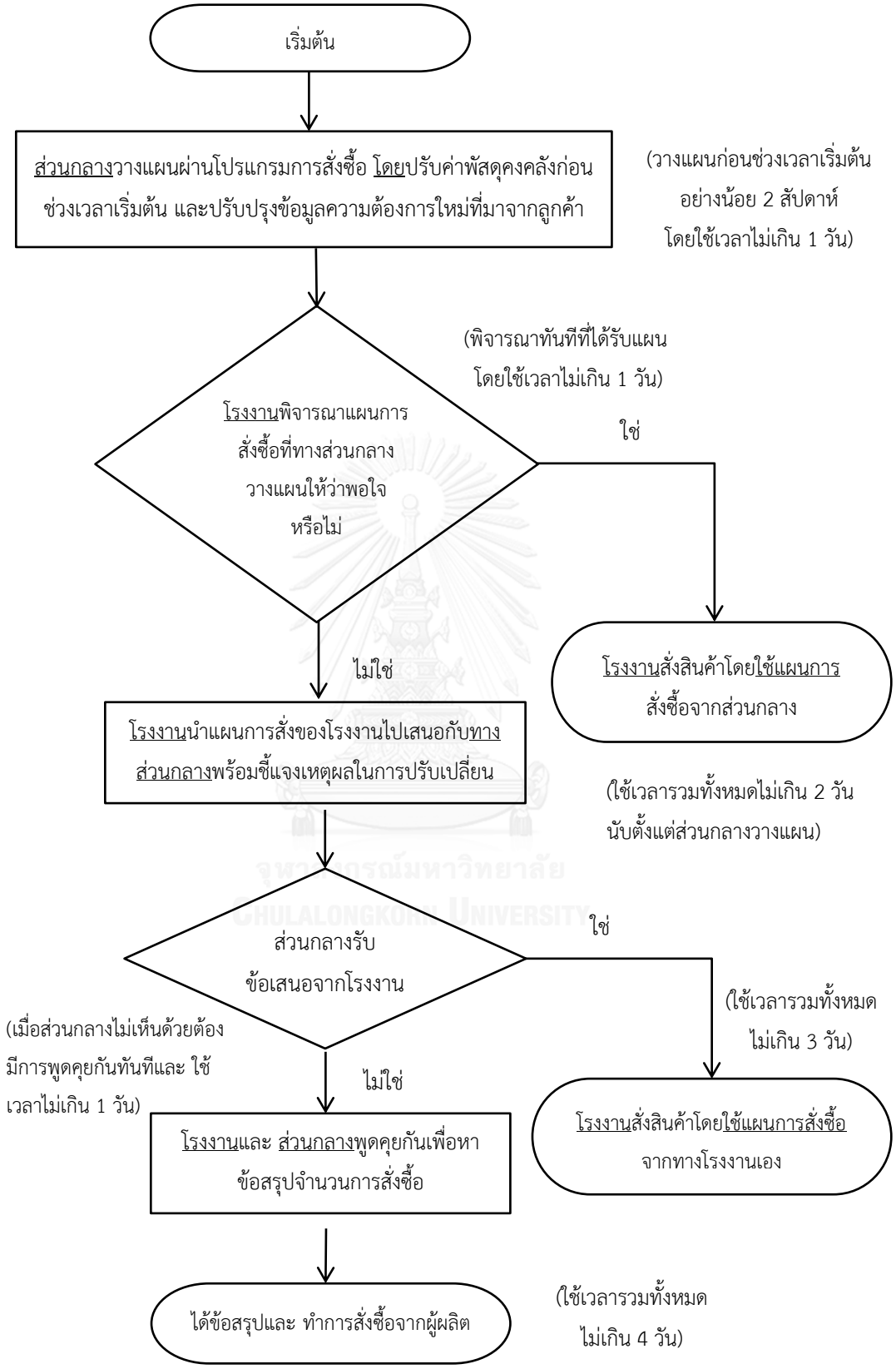
โดยเมื่อพิจารณาอย่างละเอียดจะพบว่าจากต้นทุนการจัดเก็บมากขึ้นจะส่งผลให้มีการจัดส่งถี่ขึ้น เป็นผลให้ต้นทุนการจัดส่งมากตามมา ซึ่งหากเลือกสั่งผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่มีระยะทางใกล้กับโรงงานมากกว่าก็จะสามารถประหยัดต้นทุนในส่วนนี้ลงได้ (ผู้ผลิตรายที่ 2 มีระยะทางใกล้โรงงาน C มากกว่าผู้ผลิตรายที่ 3) ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนผู้ผลิตเพื่อการสั่งซื้อจะทำให้ต้นทุนราคาสินค้าสูงขึ้น (พิจารณาจากตารางที่ 4.18 จะพบว่าต้นทุนจากผู้ผลิตรายที่ 2 จะมีค่าสูงกว่าผู้ผลิตรายที่ 3) แต่การเปลี่ยนผู้ผลิตสำหรับการสั่งซื้อจะทำให้ต้นทุนโดยรวมมีค่าต่ำสุด

4.5 แผนการดำเนินการเพื่อนำไปปรับใช้กับบริษัทกรณีศึกษา

จากการเปลี่ยนวิธีการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ใหม่โดยใช้ระบบการสั่งซื้อผ่านส่วนกลาง จะมีวิธีการดำเนินการที่แตกต่างจากการสั่งซื้อในปัจจุบันโดยแสดงในตารางที่ 4.16 และสรุปรายละเอียดกระบวนการทำงาน ตลอดจนกระบวนการตรวจสอบข้อมูลของการเปลี่ยนวิธีการสั่งซื้อในรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.16 วิธีการดำเนินการสั่งถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของการสั่งซื้อในปัจจุบัน และ การสั่งซื้อโดยใช้ระบบส่วนกลาง

วิธีการสั่งซื้อในปัจจุบัน	วิธีการสั่งซื้อโดยใช้ระบบส่วนกลาง
- พนักงานแต่ละโรงงานจะเป็นผู้ตัดสินใจสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ โดยไม่มีเครื่องมือใดๆ ช่วยในการตัดสินใจ ส่งผลให้พนักงานตัดสินใจลำบาก ต้องอาศัยประสบการณ์ส่วนตัว ทำให้การตัดสินใจเกิดความผิดพลาดได้	- ทางส่วนกลางเป็นผู้ตัดสินใจสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของทุกโรงงานโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจ ทำให้สามารถลดขั้นตอนการทำงานในส่วนนี้ลง และ การตัดสินใจมีความเหมาะสมมากขึ้น ลดความผิดพลาดลงได้
- เมื่อพนักงานตัดสินใจสั่งซื้อได้แล้ว พนักงานจะทำการออกใบสั่งซื้อ แล้วส่งให้กับทางผู้ผลิต	- เมื่อส่วนกลางทำการตัดสินใจสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของทุกโรงงานแล้ว จะส่งรายละเอียดชนิด และ จำนวนที่ทางโรงงานต้องสั่งซื้อ เพื่อให้พนักงานของแต่ละโรงงานออกใบสั่งซื้อ แล้วส่งให้ทางผู้ผลิต
- หากต้องการเปลี่ยนแปลงการสั่งซื้อ พนักงานสามารถแจ้งทางผู้ผลิตได้เลย โดยไม่ต้องแจ้งให้ส่วนกลางรับทราบ	- หากพนักงานต้องการเปลี่ยนแปลงยอดการสั่งซื้อจากที่ทางส่วนกลางไว้สามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่ต้องชี้แจงเหตุผลให้กับทางส่วนกลางทราบทุกครั้ง
- กรณีที่สินค้าจัดส่งไม่ตรงตามกำหนดเวลา พนักงานของโรงงานนั้นๆ จะต้องเป็นผู้ตามกับทางผู้ผลิต โดยไม่ต้องแจ้งให้ส่วนกลางรับทราบ	- กรณีที่สินค้าจัดส่งไม่ตรงตามกำหนดเวลา พนักงานของโรงงานนั้นๆ จะต้องเป็นผู้ตามกับทางผู้ผลิต แต่จะต้องมีการแจ้งให้ทางส่วนกลางรับทราบด้วย



รูปที่ 4.7 รายละเอียดกระบวนการทำงานของวิธีการสั่งซื้อผ่านส่วนกลาง

จากรูปที่ 4.7 อธิบายได้ว่าในช่วงเริ่มก่อนเวลาเริ่มต้นอย่างน้อย 2 สัปดาห์ทางส่วนกลางจะต้องทำการวางแผนการสั่งซื้อของทั้ง 12 โรงงานผ่านโปรแกรมการสั่งซื้อ โดยก่อนการวางแผนจะต้องมีการปรับข้อมูลก่อน นั่นคือระดับพัสดุคงคลังในช่วงก่อนเวลาเริ่มต้น และค่าความต้องการที่ปรับปรุงใหม่ที่มาจากการยืนยันข้อมูลของลูกค้า เพื่อให้ข้อมูลในโปรแกรมมีค่าใกล้เคียงกับค่าความเป็นจริงที่สุด โดยทางส่วนกลางจะใช้เวลานกระบวนการนี้ไม่เกิน 1 วัน จากนั้นทางส่วนกลางจะส่งข้อมูลการสั่งซื้อไปให้แต่ละโรงงาน ซึ่งโรงงานจะต้องพิจารณาทันทีที่ทางส่วนกลางส่งแผนการสั่งซื้อไปให้ว่าเห็นชอบกับแผนการสั่งซื้อของทางส่วนกลางหรือไม่ ถ้าหากเห็นด้วยโรงงานสามารถสั่งซื้อกับทางส่วนกลางได้เลย ซึ่งจะใช้เวลาไม่เกิน 2 วันสำหรับการวางแผนการสั่งซื้อ

ในทางตรงกันข้ามหากโรงงานไม่เห็นด้วยกับแผนการสั่งซื้อของทางส่วนกลาง โรงงานสามารถเสนอแผนการสั่งซื้อที่ทางโรงงานเห็นสมควรให้กับทางส่วนกลางได้ โดยถ้าส่วนกลางเห็นด้วยทางโรงงานสามารถสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตโดยใช้แผนที่ทางโรงงานเสนอได้เลย ซึ่งจะใช้เวลาไม่เกิน 3 วัน สำหรับการวางแผนการสั่งซื้อทั้งหมด แต่ถ้าส่วนกลางไม่เห็นด้วยกับแผนการสั่งซื้อที่ทางโรงงานเสนอจะต้องมีการพูดคุยกันทันทีเพื่อหาข้อสรุปการสั่งซื้อในรอบนี้ ซึ่งถ้าเกิดกรณีนี้ขึ้นจะใช้เวลาวางแผนทั้งหมดไม่เกิน 4 สัปดาห์

หรือสามารถสรุปได้ว่าการวางแผนผ่านส่วนกลางจะใช้เวลาน้อยสุดไม่เกิน 2 วันและใช้เวลามากสุดไม่เกิน 4 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลที่ได้จากการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วิธีการสั่งซื้อแบบเดิม พบว่าในช่วง 8 สัปดาห์ที่ทำการทดสอบจะสามารถลดต้นทุนต่างๆได้ดังนี้ ต้นทุนราคาสินค้าลงได้ 7,947,524.10 บาท ซึ่งคิดเป็น 14.28%, ต้นทุนการจัดเก็บ 898,079.17บาท ซึ่งคิดเป็น 36.14% ต้นทุนการขนส่ง 444,782.70บาท ซึ่งคิดเป็น 54.98% และ ลดต้นทุนโดยรวมได้ 9,290,385.98 บาท ซึ่งคิดเป็น 15.96%

ซึ่งจากการวิเคราะห์ในบทที่ 4 พบว่าในช่วงเริ่มต้น ต้นทุนจะลดลงเป็นจำนวนมากเนื่องจาก

- ระดับพัสดุคงคลังเดิมมีปริมาณสูงจึงส่งผลให้การตัดสินใจของแบบจำลองคณิตศาสตร์ในช่วงแรกจะเลือกสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ในจำนวนที่ลดลง ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 4.1 และจากการสั่งซื้อที่ลดลงนี้ยังส่งผลให้ต้นทุนสินค้าราคาลดลงด้วย
- เมื่อการสั่งซื้อลดลงจะส่งผลให้เที่ยวรถการจัดส่งลดลงตามมา ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 4.3 และเมื่อเที่ยวรถจัดส่งลดลงจึงส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านการจัดส่งลดลงตามมา
- เมื่อสั่งซื้อน้อยลง การตัดสินใจของแบบจำลองคณิตศาสตร์จึงนำพัสดุคงคลังในระบบมาใช้เพื่อรองรับกับปริมาณความต้องการ เป็นผลให้จำนวนพัสดุคงคลังในระบบลดลงตามมา ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 4.5 และสิ่งนี้จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านการจัดเก็บลดลงตามมา

แต่เมื่อเวลาผ่านไประดับพัสดุคงคลังลดลงเป็นผลให้การตัดสินใจของแบบจำลองคณิตศาสตร์มีการสั่งซื้อมากขึ้น อีกทั้งยังทำให้เที่ยวรถการจัดส่งมากตามมา เป็นผลให้ต้นทุนสูงขึ้นกว่าในช่วงเวลาเริ่มต้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางยังคงทำให้ต้นทุนรวมในระบบลดลงเฉลี่ย 810,973.87 บาท/สัปดาห์ หรือคิดเป็น 10.66% ซึ่งประกอบไปด้วย ต้นทุนสินค้าลดลงเฉลี่ย 632,420.01 บาท/สัปดาห์ คิดเป็น 8.91% ต้นทุนการจัดเก็บลดลงเฉลี่ย 129,064.01 บาท/สัปดาห์ คิดเป็น 42.32% และต้นทุนการขนส่งลดลงเฉลี่ย 105,960.25 บาท/สัปดาห์ คิดเป็น 52.44%

เมื่อวิเคราะห์แล้วพบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้ต้นทุนเหล่านี้ลดลงมีดังนี้

- การตัดสินใจของแบบจำลองคณิตศาสตร์จะตัดสินใจสั่งซื้อในช่วงเวลาที่เหมาะสม เป็นผลให้สินค้าเข้าระบบในช่วงเวลาที่พอดี กล่าวคือช่วงเวลาที่สินค้าเข้าระบบจะเป็นช่วงเวลาที่ระบบต้องการเติมเต็มสินค้าพอดี ในขณะที่การสั่งซื้อแบบปัจจุบันจะมีสินค้าเกินในระบบ เนื่องจากยังคงมีการสั่งซื้อสินแม้ว่าในระบบจะมีพัสดุคงคลังเพียงพอกับความต้องการอยู่
- จากการสั่งซื้อที่เหมาะสมสามารถลดจำนวนเที่ยวรถในการจัดส่งได้เป็นผลให้ต้นทุนในการจัดส่งลดลงตามมา
- การสั่งซื้อผ่านส่วนกลางโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์สามารถสร้างทางเลือกการตัดสินใจได้มากกว่าการสั่งซื้อแบบวิธีการเดิมของทางบริษัท ทำให้การตัดสินใจมีความเหมาะสมและ มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้
    - สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 1-16 ที่สามารถสั่งกับผู้ผลิตรายที่ 1 พบว่าในแต่ละช่วงเวลาทุกโรงงานสามารถสั่งในปริมาณที่ต้องการใช้จริงโดยไม่จำเป็นต้องสั่งขั้นต่ำ 20 ล็อต เพื่อจะได้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายพิเศษเพิ่มเติม เนื่องจากการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางนี้มีการพิจารณาการสั่งร่วมกับโรงงานอื่นๆ โดยเมื่อรวมปริมาณการสั่งทุกโรงงานแล้วจะสามารถทำให้ปริมาณการสั่งในแต่ละช่วงเวลาเกิน 20 ล็อตได้
    - สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 87-188 ที่สามารถเลือกพิจารณาสั่งซื้อกับผู้ผลิตรายที่ 2 และผู้ผลิตรายที่ 3 พบว่าระบบสามารถตัดสินใจเลือกสั่งซื้อจากผู้ผลิตได้เหมาะสมโดยแต่ละโรงงานไม่จำเป็นต้องพยายามสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายที่ 2 เป็นปริมาณมากเพื่อรักษาสัดส่วนไว้ เนื่องจากมีการพิจารณาหลายๆโรงงานร่วมกันเป็นผลให้เมื่อรวมปริมาณการสั่งกับทุกโรงงานแล้วภาพรวมของบริษัทยังสามารถรักษาสัดส่วนการสั่งไว้ได้
    - การตัดสินใจผ่านส่วนกลางสามารถเลือกเส้นทางในการจัดส่งที่เหมาะสมทำให้ต้นทุนการจัดส่งลดลง

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

จากการทำวิจัยพบปัญหาและอุปสรรคดังนี้

1. เนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้ทำงานในบริษัทกรณีศึกษาดังกล่าว จึงเป็นเรื่องยากในการพยายามทำความเข้าใจถึงปัญหาต่างๆ ของบริษัทในช่วงแรก

2. คอมพิวเตอร์ไม่สามารถหาคำตอบอย่างละเอียดได้ภายในรอบเดียว ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ คอมพิวเตอร์ Intel® Core™ i5-3210M CPU@2.50 GHz RAM: 8GB โดยใช้เวลาประมวลผลประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที

3. เนื่องจากข้อมูลความต้องการอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยทำให้ผลเฉลยที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด

4. มีความยุ่งยากสำหรับจัดข้อมูลนำเข้าบนโปรแกรมเอ็กเซล เนื่องจากข้อมูลนำเข้าหลายๆ ส่วนที่ได้รับจากทางบริษัทไม่ได้อยู่อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรมโอพีแอลสามารถอ่านได้จึงต้องเสียเวลาจัดข้อมูล

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการสั่งซื้อในแผนกอื่นๆของบริษัทได้ อาทิเช่น การสั่งซื้อวัตถุดิบ โดยอาจมีการปรับปรุงข้อจำกัดหรือเงื่อนไขอื่นๆเพิ่มเติม เช่น เงื่อนไขปริมาณการขนส่ง หรือจำนวนแหล่งที่สามารถสั่งซื้อวัตถุดิบได้ เป็นต้น

2. การจะนำระบบการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางไปใช้จริงนั้นทางทางบริษัทจะต้องมั่นใจได้ว่าข้อมูลต่างๆ มีการอัพเดท และไม่มีความผิดพลาด เช่น ระดับสินค้าคงคลัง หรือ ปริมาณความต้องการใช้ถุงบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด

3. ก่อนจัดทำระบบการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางจะต้องทำการแจ้งขั้นตอนในการทำงานให้กับทางผู้ผลิตทุกราย ตลอดจนพนักงานทุกคนที่มีส่วนร่วมกับทั้งระบบการสั่งซื้อแบบเดิม และระบบการสั่งซื้อแบบใหม่ เพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนต่างๆก่อนเริ่มใช้งาน

4. ก่อนนำระบบการสั่งซื้อผ่านส่วนกลางมาใช้จริง ทางบริษัทสามารถขอทดลองใช้โปรแกรมโอพีแอลฟรีจากบริษัทผู้ผลิตโปรแกรม (IBM ILOG) มาใช้ก่อนได้เพื่อพนักงานวางแผนจะได้ทดลองใช้โปรแกรมก่อนใช้งานในระบบจริง

5. โปรแกรมการสั่งซื้อที่ผู้วิจัยจัดทำ อาจไม่สะดวกต่อการใช้งานมากนักเนื่องจากข้อมูลนำเข้าต่างๆ ยังไม่ใช่ระบบแบบอัตนโนมัติ ผู้ใช้โปรแกรมต้องเป็นผู้เปลี่ยนข้อมูลนำเข้าในโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลเองทำให้อาจไม่สะดวกต่อการใช้งานนัก อีกทั้งอาจเกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานทางบริษัทควรพัฒนาระบบให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น เช่น การเชื่อมโยงของข้อมูลในระบบที่

เป็นข้อมูลนำเข้าให้สามารถปรากฏบนหน้าโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลได้เลย เพื่อลดข้อผิดพลาดดังกล่าว เป็นต้น

6. การนำไปปรับใช้ควรเริ่มจากการนำไปใช้กับการสั่งซื้อของผู้ผลิตรายที่ 1 และ โรงงาน A, B และ C ก่อน เนื่องจากเป็นผู้ผลิตขนาดเล็ก และพิจารณาผลิตภัณฑ์ของทางบริษัทเพียง 16 ชนิด ซึ่งหากมีข้อผิดพลาดใดๆเกิดขึ้นจะไม่ส่งผลกระทบที่รุนแรงนัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

[1] (15 มีนาคม). ภาพรวมธุรกิจโดยสรุป. Available: http://www.cpfworldwide.com.th/about

[2] B. Maddah, M. Kharbeche, S. Pokharel, and A. Ghoniem, "Joint replenishment model for multiple products with substitution," *Applied Mathematical Modelling,* vol. 40, no. 17, pp. 7678-7688, 2016.

[3] Y. Chen, M. Wahab, and P. Ongkunaruk, "A joint replenishment problem considering multiple trucks with shipment and resource constraints," *Computers & Operations Research,* vol. 74, pp. 53-63, 2016.

[4] (2559, 13 ธันวาคม). เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับการควบคุมสินค้า. Available: http://it.tru.ac.th/punchalee/inventory1/l3_1.html.

[5] L. Corner. (8 ธันวาคม). Available: http://logisticscorner.com/index.php?option=com_content&view=category&id=42&Itemid=86

[6] บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, "ระบบการแยกประเภท ABC (The ABC Classification System)." in การวางแผนและควบคุมการผลิต (*Production Planning and Control)* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ท็อปจำกัด, 2552, p. 400.

[7] D. Fritsch. (3 January). *Inventory Management*. Available: http://www.eazystock.com/blog/2015/07/10/how-does-abc-analysis-affect-inventory-optimization/

[8] Logisticafe. (22 ธันวาคม). การส่งสินค้าจากโรงงานเต็มคันรถ. Available: http://www.logisticafe.com/2011/11/full-truck-load-fit/

[9] W. Winston, *Operation Research Applications and Algorithms* (Integer Programming). 2003.

[10] วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ, หลักการหาความเหมาะสมที่สุด (*Principle of Optimization)* (การหาผลเฉลยกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรมโอพีแอล). กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.

[11] IBM. (25 January). *IBM ILOG CPLEX Optimization Studio OPL Language User's Manual*. Available: http://www.ibm.com

[12] C. L. Munson and J. Hu, "Incorporating quantity discounts and their inventory impacts into the centralized purchasing decision," *European Journal of operational research,* vol. 201, no. 2, pp. 581-592, 2010.

[13] K. Karjalainen, "Estimating the cost effects of purchasing centralization—Empirical evidence from framework agreements in the public sector," *Journal of Purchasing and supply Management,* vol. 17, no. 2, pp. 87-97, 2011.

[14] N. Aissaoui, M. Haouari, and E. Hassini, "Supplier selection and order lot sizing modeling: A review," *Computers & operations research,* vol. 34, no. 12, pp. 3516-3540, 2007.

[15] S. H. Ghodsypour and C. O'brien, "The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint," *International journal of production economics,* vol. 73, no. 1, pp. 15-27, 2001.

[16] R. Hammami, Y. Frein, and A. B. Hadj-Alouane, "An international supplier selection model with inventory and transportation management decisions," *Flexible Services and Manufacturing Journal,* journal article vol. 24, no. 1, pp. 4-27, March 01 2012.

[17] S. Pazhani, J. A. Ventura, and A. Mendoza, "A serial inventory system with supplier selection and order quantity allocation considering transportation costs," *Applied Mathematical Modelling,* vol. 40, no. 1, pp. 612-634, 2016.

[18] M. Firouz, B. B. Keskin, and S. H. Melouk, "An integrated supplier selection and inventory problem with multi-sourcing and lateral transshipments," *Omega,* 2016.

[19] X. Zhang, Z. Zhang, Y. Zhang, D. Wei, and Y. Deng, "Route selection for emergency logistics management: A bio-inspired algorithm," *Safety science,* vol. 54, pp. 87-91, 2013.

[20] G. Gao, B. Zhang, X. Li, and J. Lv, "Research on Routing Selection Algorithm Based on Genetic Algorithm," *Intelligent Computing and Information Science,* pp. 353-358, 2011.

[21] M. Vidović, D. Popović, and B. Ratković, "Mixed integer and heuristics model for the inventory routing problem in fuel delivery," *International Journal of Production Economics,* vol. 147, pp. 593-604, 2014.

[22] S. Mirzapour Al-e-hashem and Y. Rekik, "Multi-product multi-period Inventory Routing Problem with a transshipment option: A green approach," *International Journal of Production Economics,* vol. 157, pp. 80-88, 2014.

[23] R. Nambirajan, A. Mendoza, S. Pazhani, T. Narendran, and K. Ganesh, "CARE: Heuristics for two-stage multi-product inventory routing problems with replenishments," *Computers & Industrial Engineering,* vol. 97, pp. 41-57, 2016.

[24] S. Sethi and G. Sorger, "A theory of rolling horizon decision making," *Annals of Operations Research,* vol. 29, no. 1, pp. 387-415, 1991.

[25] นิรชร วะชุม และ กาญจ์นภา อมรัชกุล, "ตัวแบบปริมาณการสั่งซื้อแบบพลวัตเมื่อระยะเวลานำไม่แน่นอน: กรณีศึกษาถ่านหินอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์," วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน, vol. 4, no. 2, 2559.

ภาคผนวก ก
การประมาณการความต้องการใช้ถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ของบริษัทกรณีศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนรายละเอียดของการประมาณการเป็นดังนี้

1. ทางบริษัทวางโปรแกรมให้กับฟาร์มผู้เลี้ยงสัตว์
2. เมื่อทางฟาร์มเลี้ยงสัตว์รับยอดจากโรงเชือด จะทำการส่งข้อมูลจำนวนพันธ์ และ เพศของสัตว์ที่จะทำการเลี้ยงในรอบต่อไป ผ่านโปรแกรมที่ทางบริษัทลงไว้
3. ข้อมูลส่งมาที่ฝ่ายการตลาด จากนั้นฝ่ายการตลาดจะทำการประเมิน การกินของสัตว์แต่ละฟาร์มผ่านโปรแกรมการให้อาหารสัตว์ เพื่อจะได้ทราบปริมาณรวมของชนิดอาหารสัตว์แต่ละเบอร์ที่ต้องผลิตให้แต่ละฟาร์ม
4. การตลาดส่งข้อมูลจำนวนอาหารแต่ละเบอร์ที่ต้องผลิตให้ทางฝ่ายวางแผน
5. ฝ่ายวางแผนนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาวัตถุดิบที่ใช้ (Bill of Materials: BOM) เพื่อหาจำนวนวัตถุดิบทั้งหมดที่ต้องใช้ในการผลิต รวมถึงจำนวนถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ด้วย
6. ทราบจำนวนถุงบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ต้องในแต่ละชนิด

จากขั้นตอนการประมาณการเพื่อการสั่งซื้อถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์ดังกล่าว พบว่า ค่าที่ได้จากการประมาณการมีความถูกต้องแม่นยำสูง เนื่องจากเป็นค่าที่มาจากลูกค้า หรือฟาร์มเลี้ยงสัตว์โดยตรง ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ 2.31% ซึ่งแสดงได้ดังรูป ก.1

	เดือนมกราคม															
โรงงาน	Week1		แตกต่าง		Week2		แตกต่าง		Week3		แตกต่าง			Week4		แตกต่าง	
	Est.	Act	ใบ	%	Est.	Act	ใบ	%	Est.	Act	ใบ	%		Est.	Act	ใบ	%
A	30,075	29,787	288	0.97	21,779	21,570	209	0.97	26,964	26,706	258	0.97		24,890	24,651	238	0.97
B	137,091	136,992	99	0.07	122,403	122,314	88	0.07	117,506	117,422	85	0.07		112,610	112,529	81	0.07
C	111,762	110,254	1,508	1.37	99,788	98,441	1,347	1.37	95,796	94,503	1,293	1.37		91,805	90,565	1,239	1.37
D	149,163	149,222	(60)	(0.04)	208,828	208,911	(84)	(0.04)	223,744	223,833	(90)	(0.04)		164,079	164,144	(66)	(0.04)
E	60,755	60,551	204	0.34	71,802	71,560	242	0.34	69,040	68,808	232	0.34		74,564	74,313	251	0.34
F	118,554	116,194	2,360	2.03	85,009	84,140	869	1.03	106,553	104,174	2,379	2.28		98,010	96,160	1,850	1.92
G	156,081	154,054	2,027	1.32	162,584	160,473	2,112	1.32	182,095	179,730	2,365	1.32		149,578	147,635	1,943	1.32
H	104,251	106,047	(1,796)	(1.69)	75,492	76,793	(1,301)	(1.69)	93,466	95,077	(1,610)	(1.69)		86,277	87,763	(1,487)	(1.69)
I	134,541	135,848	(1,307)	(0.96)	159,003	160,548	(1,545)	(0.96)	152,888	154,373	(1,486)	(0.96)		165,119	166,723	(1,605)	(0.96)
J	125,619	127,207	(1,588)	(1.25)	175,866	178,089	(2,223)	(1.25)	188,428	190,810	(2,381)	(1.25)		138,181	139,927	(1,746)	(1.25)
K	87,760	87,777	(17)	(0.02)	122,864	122,888	(24)	(0.02)	131,640	131,666	(26)	(0.02)		96,536	96,555	(19)	(0.02)
L	70,830	70,628	202	0.29	73,781	73,571	210	0.29	82,635	82,399	236	0.29		67,879	67,685	194	0.29
รวม	1,286,482	1,284,561	1,921	2.4	1,379,198	1,379,298	-100	1.4	1,470,755	1,469,500	1,255	2.7		1,269,525	1,268,652	873	2.31

รูปก1 การเปรียบเทียบค่าประมาณและค่าจริงรายสัปดาห์ (หน่วย:ใบ)

ภาคผนวก ข

ระดับสินค้าคงคลังจากผลการจำลองสถาณการณ์ (หน่วย:ล็อต)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ข1 ระดับสินค้าคงคลังของแต่ละผลิตภัณฑ์แต่ละโรงงานเมื่อนำไปใช้กับความต้องการจริง

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ช่วงเวลา (สัปดาห์)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
A	1	21.275	17.489	12.907	9.445	4.654	3.128	2.527	2.864	3.206
	2	18.414	9.658	0.345	0.65	0.203	0.945	0.596	0.31	0.503
	3	12.229	10.913	9.812	7.618	5.966	5.941	1.356	1.411	1.296
	4	11.873	7.409	1.305	0.686	1.153	0.419	0.386	0.146	0.111
	5	17.209	11.595	7.065	3.386	0.97	1.89	1.748	2.159	2.12
	6	12.431	8.827	6.459	5.251	2.167	1.163	1.526	1.368	1.325
B	7	10.803	1.609	1.162	2.08	2.584	1.722	2.109	1.429	1.536
	8	36.779	26.502	10.404	1.687	1.828	1.539	1.647	1.65	1.4
	9	85.452	66.514	50.269	33.704	22.394	12.097	1.996	1.561	1.397
	10	9.129	3.018	1.907	1.6	1.728	1.747	1.618	1.502	1.107
	11	11.334	9.74	7.029	5.446	2.381	2.572	2.533	1.79	1.839
C	12	19.834	12.923	0.574	1.056	1.304	1.558	0.856	1.192	0.713
	13	15.832	11.359	2.041	1.425	1.103	0.426	0.553	1.534	0.811
	14	26.783	23.075	4.895	3.173	1.164	1.763	1.721	1.848	2.271
	15	9.386	8.129	1.41	1.37	1.084	1.449	0.822	1.469	1.354
	16	9.096	7.807	1.404	2.554	1.839	1.647	2.008	2.534	2.381
A	17	12.431	12.023	12.023	11.933	25.765	35.445	32.71	10.08	25.68
	18	9.362	24.794	9.617	2.809	2.478	16.317	2.979	2.681	2.345
	19	21.341	15.738	12.357	7.384	2.077	11.028	5.049	1.515	9.229
	20	14.091	15.759	8.842	1.502	1.377	10.339	2.422	1.303	0.853
	21	18.821	16.091	12.577	10.383	8.423	5.696	3.28	2.095	9.651
	22	13.175	11.292	8.393	6.855	5.169	17.136	15.67	12.74	10.51
	23	16.733	14.148	9.914	6.989	3.294	10.621	7.651	4.989	4.989
	24	1.000	0.974	0.946	0.475	0.475	0.475	0.475	0.475	0.475
	25	1.001	1.001	1.001	0.574	0.574	0.185	0.185	0.185	18.9

ตาราง ข1 ระดับสินค้าคงคลังของแต่ละผลิตภัณฑ์แต่ละโรงงานเมื่อนำไปใช้กับความต้องการจริง(ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ช่วงเวลา (สัปดาห์)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
B	26	36.032	26.613	13.022	2.638	1.31	12.116	13.12	1.246	1.241
	27	28.1	17.736	8.14	9.895	9.122	10.528	1.537	2.4	2.067
	28	12.172	10.934	5.057	8.585	2.614	4.614	4.383	9.12	2.849
	29	17.028	15.794	9.015	12.662	2.318	9.421	2.046	9.024	2.365
	30	1.000	11.543	1.418	2.694	10.531	4.893	0.759	6.402	1.438
	31	17.677	13.153	8.276	1.285	11.966	6.954	1.233	12.39	6.097
	32	13.594	9.375	3.151	11.025	8.199	4.114	9.268	3.997	0.24
	33	18.511	17.753	11.899	4.477	7.188	2.802	7.019	1.162	1.162
	34	41.041	36.595	33.073	28.972	23.139	12.56	5.67	9.89	3.438
	35	13.74	8.531	4.513	9.969	3.683	3.575	6.43	0.107	4.341
	36	10.8	5.287	2.492	11.862	8.755	5.878	1.483	15.68	12.7
	37	12.793	9.745	7.316	6.515	4.313	1.191	8.915	4.946	1.786
	38	7.029	12.672	10.676	9.429	6.175	4.963	14.64	12.4	11.3
	39	17.235	13.774	9.749	6.595	4.525	2.049	15.5	12.78	10.76
	40	7.77	5.318	3.015	17.494	15.58	14.294	13.01	11.82	9.143
	41	8.189	5.496	4.077	3.217	2.136	16.516	15.28	12.81	10.99
	42	9.395	7.522	5.158	2.847	0.544	14.177	11.69	9.993	9.08
	43	1.412	10.378	10.378	10.236	10.236	10.222	10.22	9.244	6.495
D	44	165.6	137.12	107.79	84.283	57.975	49.973	41.17	34	25.33
E	45	61.639	41.97	22.944	16.791	6.69	1.749	1.229	2.271	1.01
	46	15.356	15.213	1.418	19.409	2.15	0.833	1.627	1.418	0.018
	47	30.162	15.219	3.843	6.006	2.032	2.25	3.012	1.854	1.76
	48	34	34	15.779	15.668	15.668	15.668	1.331	1.211	0.926
	49	14.282	8.653	2.566	14.846	8.09	1.038	4.903	10.14	2.954
	50	14.535	9.948	4.857	2.714	8.334	4.205	11.61	8.017	3.543
	51	40	39.777	29.45	29.446	29.446	29.006	13.44	13.09	12.63
	52	30	29.858	19.562	19.541	19.541	19.296	5.778	6.195	5.889
	53	11.611	9.157	6.969	3.769	1.416	9.881	7.987	4.36	1.563
	54	34	34	20.41	20.158	17.81	17.81	7.915	7.72	7.677
	55	10.554	7.56	3.886	1.068	8.448	4.685	2.328	13.17	10.49

ตาราง ข1 ระดับสินค้าคงคลังของแต่ละผลิตภัณฑ์แต่ละโรงงานเมื่อนำไปใช้กับความต้องการจริง(ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ช่วงเวลา (สัปดาห์)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
E	56	50	50	44.17	40.773	40.773	40.773	27.09	27.09	27.09
	57	32	31.797	25.575	25.575	25.246	25.214	13.48	13.48	13.48
	58	20	20	16.134	16.134	15.687	15.548	5.537	5.135	4.739
	59	7.466	5.598	2.249	9.702	6.598	4.495	2.746	11.5	9.583
	60	1.577	10.256	9.72	7.111	6.406	3.706	1.672	11.87	9.738
F	61	42.447	28.619	16.835	2.941	7.376	2.736	0.276	0.823	0.987
	62	1.000	0.853	0.853	0.853	0.687	0.664	0.458	0.182	21.86
	63	6.997	16.366	10.548	1.925	12.866	7.292	1.328	7.658	1.066
	64	12.927	17.007	9.354	2.682	8.071	1.391	6.516	8.412	1.519
	65	38.233	38.144	25.261	11.656	16.512	1.613	10.35	2.655	2.378
	66	23.167	21.301	18.22	15.496	12.56	11.568	10.38	3.244	3.323
	67	1.001	0.544	0.544	0.374	0.324	0.324	0.16	0.16	3.512
	68	1.000	0.773	0.773	0.562	0.562	0.331	0.331	0.018	9.536
	69	24.144	19.534	16.22	13.287	10.684	5.97	1.636	9.266	4.799
	70	26.847	21.841	17.073	14.234	29.244	24.911	19.16	15.77	12.49
	71	8.768	8.455	8.372	6.76	5.858	10.531	1.339	1.276	6.825
	72	9.55	16.192	13.505	10.415	6.011	2.549	10.09	6.8	1.65
	73	20.109	13.101	7.814	1.158	6.666	0.495	7.991	4.661	1.652
	74	11	10.634	8.691	8.356	7.976	7.562	5.84	0.795	1.001
	75	5.5	5.5	5.078	4.94	4.94	4.109	7.962	0.212	7.709
	76	23.468	23.186	14.84	6.84	3.979	2.38	2.38	2.217	2
	77	1.002	11	10.855	6.594	6.594	6.594	6.594	6.579	4
	78	5.897	11.99	6.963	3.475	11.074	7.738	4.877	2.026	11.73
	79	25.227	21.795	21.078	19.105	15.708	14.361	11	9.647	6.682
	80	15.017	11.216	7.94	3.449	16.006	11.529	9.02	4.598	1.054
	81	28.161	21.595	15.257	9.469	5.818	3.65	9.344	9.344	9.073
	82	14.522	12.728	10.712	7.806	7.002	4.012	3.232	1.71	11.8
	83	12.436	8.308	5.986	4.471	0.789	14.395	10.68	6.438	3.356
	84	1.000	10.821	10.362	8.481	8.139	7.976	7.688	7.688	7.703
	85	11.925	10.035	7.539	5.823	3.982	1.461	11.62	9.949	7.012
	86	13.31	10.912	7.849	5.226	1.818	11.242	9.025	5.979	2.622

ตาราง ข1 ระดับสินค้าคงคลังของแต่ละผลิตภัณฑ์แต่ละโรงงานเมื่อนำไปใช้กับความต้องการจริง(ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ช่วงเวลา (สัปดาห์)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
C	87	113.97	85.846	1.21	4.529	1.106	0.703	25.45	0.976	0.289
	88	3.64	8.383	7.684	10.988	1.181	6.026	14.85	6.361	6.07
	89	5.363	2.239	9.687	5.35	1.479	7.085	14.37	8.8	3.394
	90	16.232	13.53	8.268	5.096	2.292	14.07	12.13	6.796	1.628
	91	9.944	5.754	1.387	8.799	3.973	1.348	8.9	5.974	2.601
	92	22.582	20.624	7.003	6.08	11.095	7.964	6.023	4.255	1.332
	93	8.026	7.816	8.032	10.882	8.881	5.477	11.03	11.05	3.582
	94	18.887	15.111	4.47	3.953	17.814	16.471	15.01	12.86	10.64
	95	3.048	2.283	10.673	9.582	7.397	4.787	4.307	1.366	13.02
	96	2.002	1.329	2.518	11.623	8.585	6.153	5.07	2.961	0.712
	97	14.3	13.466	4.08	3.169	13.851	12.925	12.05	11.35	6.767
	98	12.952	10.374	1.043	18.071	16.125	15.069	13.73	10.82	8.836
	99	7.745	6.413	10.821	9.037	6.693	4.591	3.342	1.538	8.032
	100	20.166	2.352	2.208	1.507	1.16	1.569	1.347	1.796	1.699
G	101	36.966	22.86	11.106	6.84	0.365	12.799	0.351	0.337	20.69
	102	41.298	35.085	23.443	13.612	4.651	8.114	9.666	1.709	10.73
	103	32.922	22.225	12.905	1.889	3.255	3.829	8.158	2.598	8.525
	104	30.971	19.301	9.628	1.953	8.109	0.269	0.016	0.391	9.432
	105	58.627	49.151	41.636	33.918	27.58	22.57	12.05	2.359	10.31
	106	25.823	20.637	14.751	9.159	3.284	8.981	6.107	1.121	11.44
	107	24.826	19.154	13.294	8.976	3.466	8.984	4.835	7.954	3.437
	108	29.951	25.148	19.365	13.858	7.917	4.132	9.246	4.359	11.35
	109	8.631	2.514	12.099	6.392	0.298	5.524	0.641	8.633	5.064
	110	9.947	3.275	1.486	7.327	1.918	7.877	5.073	0.79	7.211
	111	13.547	11.439	8.364	5.409	1.991	7.819	4.424	14.96	10.09
	112	9.255	5.954	1.722	8.419	4.237	0.015	6.491	1.865	8.45
	113	34.834	30.149	28.686	23.33	21.984	15.812	12.97	10.18	8.319
	114	16.359	12.076	7.023	5.31	2.89	9.766	5.206	1.397	14.36
	115	5.315	1.443	11.372	8.969	6.8	4.858	1.722	10.92	6.339

ตาราง ข1 ระดับสินค้าคงคลังของแต่ละผลิตภัณฑ์แต่ละโรงงานเมื่อนำไปใช้กับความต้องการจริง(ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ช่วงเวลา (สัปดาห์)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
G	116	18.131	5.138	13.894	10.771	9.57	8.39	7.976	5.861	5.061
	117	16.376	12.863	9.163	7.529	4.369	18.982	15.85	12.64	9.679
	118	33.653	30.724	27.642	25.319	23.579	19.961	16.57	14.81	11.41
	119	12.2	9.737	8.01	5.028	1.795	6.552	4.653	2.226	9.67
	120	15.532	13.106	11.251	9.717	6.818	3.233	1.655	17.32	13.56
	121	14.198	10.284	6.624	5.165	4.52	1.167	13.99	11.85	8.381
	122	16.61	10.173	0.935	7.434	5.968	4.619	3.792	4.184	3.226
	123	12.437	8.99	7.193	5.741	3.573	17.358	14.28	11.86	10.99
	124	16.049	14.455	12.433	10.5	8.082	3.771	2.744	0.684	9.718
	125	9.866	8.583	6.217	4.222	2.481	0.908	12.22	9.19	8.18
	126	16.874	14.797	14.199	12.479	10.122	8.269	6.503	4.99	3.053
H	127	20.166	2.352	2.208	1.507	1.16	1.569	1.347	1.796	1.699
	128	24.267	20.58	6.786	2.501	17.939	1.148	2.382	1.262	10.88
	129	15.735	18.698	1.153	1.273	17.444	1.482	2.165	2.835	2.9
	130	20.009	9.917	1.61	1.234	13.838	1.723	8.726	1.34	11.01
	131	2	2.286	1.995	7.675	11.216	2.06	1.192	1.033	1.941
	132	31.847	25.022	12.592	14.437	5.078	7.153	9.905	1.859	6.94
	133	7.876	1.617	7.154	1.126	6.939	1.719	7.365	1.953	10.69
	134	1.244	13.941	7.395	1.076	7.598	1.711	6.848	1.323	8.515
	135	4.902	10.053	5.059	1.58	13.229	7.475	1.125	5.447	9.756
	136	4.772	4.403	3.885	11.707	6.78	1.527	6.49	1.972	11.26
	137	10	6.733	17.74	14.292	8.605	5.74	2.061	9.588	5.207
	138	3.566	9.671	6.25	2.977	10.414	7.531	4.243	0.793	10.91
	139	7.644	4.441	2.197	10.027	8.534	5.336	3.009	1.185	15.24
	140	1.001	8.167	6.998	3.988	11.522	8.167	5.882	3.627	2.594
	141	6.514	4.144	12.105	7.656	5.47	1.301	14.22	12.62	8.382
	142	4	2.379	12.736	9.495	8.301	6.482	3.624	0.971	9.343
	143	3.45	1.579	12.074	9.407	7.767	4.036	0.902	9.181	6.682
	144	5	3.292	18.188	16.126	12.13	8.676	6.512	4.62	3.978
	145	10	10.253	10.396	10.263	9.854	9.529	6.933	4.117	1.508

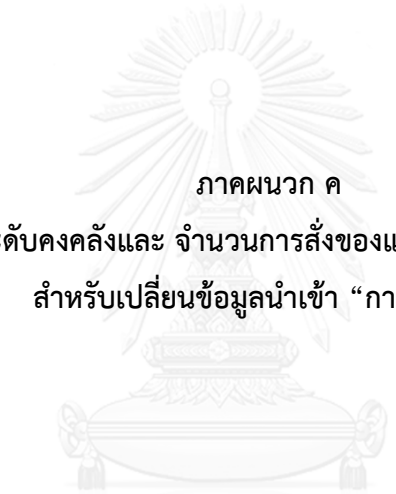
ตาราง ข1 ระดับสินค้าคงคลังของแต่ละผลิตภัณฑ์แต่ละโรงงานเมื่อนำไปใช้กับความต้องการจริง(ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ช่วงเวลา (สัปดาห์)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
I	146	11.182	9.972	10.254	10.419	10.53	8.048	11.2	4.902	12.12
	147	4.03	1.779	12.04	10.062	6.132	0.103	15.77	11.89	9.153
J	148	63.694	47.96	27.401	15.762	7.797	0.265	6.768	0.047	17.97
	149	55.363	29.251	2.134	2.702	2.818	2.596	3.301	3.176	3.004
	150	13.646	19.867	0.624	0.905	11.865	1.016	1.428	6.912	0.302
	151	12.724	10.336	1.07	1.269	1.261	0.998	1.083	1.073	0.978
	152	26.514	24.53	3.447	3.738	12.612	0.745	1.043	8.675	6.421
	153	22.618	15.732	4.433	9.744	9.777	2.758	2.975	10.82	4.887
	154	19.53	12.934	4.71	14.005	10.022	2.743	22.87	15.8	8.791
	155	7.352	8.294	1.283	5.667	1.022	2.662	8.677	4.23	0.804
	156	25.224	18.491	11.923	5.248	12.478	7.567	1.699	7.65	1.899
	157	10.652	14.029	3.936	0.804	5.122	0.513	5.112	1.93	10.62
	158	22.241	16.235	12.839	6.942	0.792	4.004	12.14	7.227	1.646
	159	4.439	11.228	7.022	3.231	9.481	1.84	6.111	2.261	9.085
	160	10.912	7.889	3.005	10.163	6.119	1.728	8.656	11.89	7.043
	161	15.033	11.544	6.765	4.505	8.464	5.596	1.113	7.906	3.632
	162	9.006	6.023	2.752	8.523	5.963	3.333	11.85	9.485	4.662
	163	6.427	14.171	10.163	5.816	0.978	9.312	7.067	4.539	4.053
	164	9.396	6.862	3.605	10.311	7.156	4.337	2.753	17.08	14.85
	165	19.799	15.354	12.87	11.954	10.263	6.961	4.067	0.692	11.12
	166	10.708	7.55	6.071	3.477	10.709	8.172	5.758	3.575	10.51
	167	12.783	8.986	6.267	2.294	14.565	12.145	11.42	10.04	8.118
	168	13.621	11.958	10.838	8.036	6.414	3.683	0.546	10.82	8.269
	169	13.331	10.904	9.653	8.315	6.157	3.71	2.633	13.63	10.32
	170	11.89	9.879	6.532	4.439	3.402	14.607	11.28	9.729	7.57

ตาราง ข1 ระดับสินค้าคงคลังของแต่ละผลิตภัณฑ์แต่ละโรงงานเมื่อนำไปใช้กับความต้องการจริง(ต่อ)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ช่วงเวลา (สัปดาห์)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
K	171	34.903	25.643	13.439	25.637	14.349	0.451	0.89	0.935	2.077
	172	32.285	21.896	17.576	19.779	13.847	4.573	7.238	0.664	2.184
	173	33.663	27.766	19.599	24.6	18.377	9.962	19.17	10.81	1.068
	174	11.359	6.605	1.619	8.519	1.683	0.832	0.371	0.565	9.381
	175	32.209	31.193	29.092	27.239	23.443	16.492	11.46	11.6	11.07
L	176	73.02	53.306	28.555	10.573	30.089	10.656	19.06	3.123	9.021
	177	40.355	34.431	18.777	5.347	47.197	34.927	22.01	6.404	4.439
	178	8.188	11.736	14.094	2.045	9.025	1.802	2.825	4.008	2.051
	179	8.23	1.324	8.936	0.36	7.091	1.548	4.696	8.247	1.193
	180	1.946	5.136	14.109	8.151	4.581	1.773	7.275	1.94	2.728
	181	31.156	30.745	26.765	20.566	15.34	7.855	3.084	7.259	4.342
	182	3.06	9.035	5.567	2.754	9.041	4.008	0.218	9.877	6.295
	183	5.375	11.187	7.304	4.074	11.723	9.291	5.314	2.675	16.15
	184	10.252	5.509	13.259	10.406	6.79	4.821	11.52	8.53	4.935
	185	6.259	3.274	10.287	6.606	11.605	8.759	5.931	1.963	10.92
	186	5.613	3.933	11.294	8.431	6.341	2.626	9.622	7.687	5.376
	187	4.272	2.512	9.923	8.258	6.08	3.712	2.214	12.99	11.13
	188	2.203	11.612	9.043	8.585	6.042	4.19	1.948	10.37	9.267
	189	4.804	3.017	11.093	9.191	8.661	6.358	4.829	11.87	9.412

ภาคผนวก ค
ระดับคงคลังและ จำนวนการสั่งของแต่ละผลิตภัณฑ์
สำหรับเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “การจัดเก็บ”



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค1 ระดับคงคลังในช่วง 12 สัปดาห์ของแต่ละผลิตภัณฑ์สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 2 (ล็อต)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
A	17	282.278	172.278	199.278	151.278	161.278	107.278	161.278
	18	65.74	73.74	77.74	93.74	93.74	75.74	77.74
	19	113.206	80.206	93.206	103.206	103.206	98.206	93.206
	20	51.648	51.648	61.648	69.648	69.648	57.648	61.648
	21	114.201	84.201	94.201	94.201	94.201	84.201	94.201
	22	105.809	105.809	77.809	77.809	77.809	77.809	77.809
	23	76.243	76.243	76.243	86.243	86.243	86.243	76.243
	24	23.25	23.25	23.25	23.25	23.25	23.25	23.25
	25	45.491	64.491	45.491	45.491	45.491	45.491	45.491
B	26	103.027	108.027	90.027	109.027	100.027	71.027	69.027
	27	79.362	82.362	78.362	80.362	78.362	80.362	76.362
	28	65.723	66.723	51.723	52.723	51.723	51.723	53.723
	29	71.897	71.897	71.897	71.897	79.897	71.897	71.897
	30	64.276	58.276	52.276	52.276	52.276	51.276	50.276
	31	66.839	66.839	66.839	66.839	66.839	66.839	82.839
	32	81.341	75.341	81.341	81.341	81.341	81.341	75.341
	33	83.62	69.62	69.62	67.62	67.62	69.62	67.62
	34	153.057	153.057	153.057	153.057	153.057	153.057	153.057
	35	64.346	64.346	56.346	56.346	56.346	56.346	56.346
	36	82.918	86.918	82.918	82.918	82.918	84.918	84.918
	37	69.687	66.687	76.687	76.687	66.687	66.687	66.687
	38	89.838	89.838	79.838	79.838	79.838	79.838	75.838
	39	99.193	99.193	99.193	99.193	99.193	99.193	99.193
	40	107.678	107.678	107.678	107.678	107.678	107.678	107.678
	41	84.87	84.87	84.87	84.87	84.87	84.87	84.87
	42	78.285	78.285	78.285	78.285	78.285	78.285	78.285
	43	90.82	90.82	90.82	90.82	90.82	90.82	90.82

ตารางที่ ค1 ระดับคงคลังในช่วง 12 สัปดาห์ของแต่ละผลิตภัณฑ์สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 2 (ล็อต) ต่อ

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
E	44	585.251	585.251	585.251	585.251	585.251	585.251	585.251
	45	63.507	72.235	75.507	46.053	46.053	48.235	62.416
	46	92.517	49.971	54.335	67.426	67.426	46.699	45.608
	47	19.975	19.975	21.065	25.429	25.429	25.429	19.975
	48	77.455	77.455	77.455	94.909	94.909	77.455	77.455
	49	74.079	74.079	74.079	55.534	55.534	58.807	60.988
	50	68.669	68.669	68.669	66.488	66.488	68.669	61.033
	51	211.636	211.636	211.636	211.636	211.636	211.636	211.636
	52	124.364	124.364	124.364	124.364	124.364	124.364	124.364
	53	63.237	63.237	63.237	63.237	63.237	63.237	63.237
	54	135.365	135.365	135.365	135.365	135.365	135.365	135.365
	55	60.514	70.332	60.514	70.332	70.332	70.332	60.514
	56	355.636	355.636	355.636	355.636	355.636	355.636	355.636
	57	194.182	194.182	194.182	194.182	194.182	194.182	194.182
	58	106.909	106.909	106.909	106.909	106.909	106.909	106.909
	59	71.14	71.14	71.14	71.14	71.14	71.14	64.595
F	60	73.708	73.708	73.708	73.708	73.708	73.708	68.254
	61	97.632	132.632	115.632	95.632	95.632	124.632	78.632
	62	87.047	91.047	79.047	94.047	95.047	88.047	56.047
	63	74.616	64.616	66.616	64.616	64.616	66.616	78.616
	64	89.415	76.415	78.415	81.415	81.415	81.415	76.415
	65	119.005	113.005	115.005	114.005	115.005	110.005	107.005
	66	108.673	113.673	108.673	110.673	110.673	111.673	130.673
	67	31.03	31.03	35.03	31.03	33.03	31.03	35.03
	68	34.044	34.044	34.044	40.044	38.044	34.044	34.044
	69	101.875	101.875	101.875	101.875	101.875	101.875	101.875
	70	139.193	139.193	139.193	139.193	139.193	139.193	158.193
	71	59.976	59.976	59.976	59.976	59.976	59.976	59.976
	72	87.541	66.541	67.541	67.541	67.541	67.541	67.541
	73	57.703	57.703	53.703	53.703	53.703	53.703	53.703

ตารางที่ ค1 ระดับคงคลังในช่วง 12 สัปดาห์ของแต่ละผลิตภัณฑ์สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 2 (ล็อต) ต่อ

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
F	74	63	63	63	63	63	63	63
	75	56.838	76.838	57.838	57.838	57.838	56.838	58.838
	76	77.637	77.637	77.637	77.637	77.637	77.637	77.637
	77	102.188	102.188	111.188	86.188	88.188	102.188	82.188
	78	74.261	74.261	74.261	71.261	71.261	71.261	74.261
	79	139.599	139.599	139.599	139.599	139.599	139.599	139.599
	80	69.976	69.976	69.976	69.976	69.976	69.976	69.976
	81	112.47	112.47	112.47	112.47	112.47	112.47	112.47
	82	75.874	75.874	75.874	75.874	75.874	75.874	75.874
	83	65.741	65.741	65.741	65.741	65.741	65.741	65.741
	84	98.516	111.516	111.516	98.516	98.516	111.516	91.516
	85	75.577	75.577	75.577	75.577	75.577	75.577	75.577
	86	59.473	59.473	59.473	59.473	59.473	59.473	59.473
	รวม	6,951.68	6,792.68	6,722.59	6,691.14	6,643.10	6,569.59	6,536.96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค2 เปรียบเทียบจำนวนการสั่งของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดสำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 2 (ครั้ง)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
A	17	4	5	4	4	4	4	6
	18	3	3	3	2	2	3	3
	19	2	3	3	3	3	3	3
	20	3	2	3	2	2	2	2
	21	1	1	1	1	1	1	1
	22	1	1	1	1	1	1	1
	23	1	1	1	1	1	1	1
	24	1	1	1	1	1	1	1
	25	1	1	1	1	1	1	1
B	26	5	6	6	6	6	7	7
	27	6	6	6	6	6	6	7
	28	7	7	6	7	7	6	7
	29	6	6	6	6	7	6	6
	30	7	7	7	7	7	7	7
	31	4	4	4	4	4	3	4
	32	3	4	4	4	4	4	4
	33	3	3	3	3	3	3	3
	34	1	1	1	1	1	1	1
	35	3	4	3	4	4	4	4
	36	2	2	2	2	2	2	2
	37	2	2	2	2	2	2	2
	38	2	2	2	2	2	2	2
	39	1	1	1	1	1	1	1
	40	1	1	1	1	1	1	1
	41	1	1	1	1	1	1	1
	42	1	1	1	1	1	1	1
	43	2	2	2	2	2	2	2

ตารางที่ ค2 เปรียบเทียบจำนวนการสั่งของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดสำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 2 (ครั้ง) ต่อ

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
D	44	1	1	1	1	1	1	1
E	45	9	7	7	8	8	9	8
	46	7	9	9	8	8	10	10
	47	9	9	9	9	9	9	9
	48	2	2	2	3	3	2	2
	49	5	5	5	6	6	6	5
	50	3	3	3	3	3	3	3
	51	1	1	1	1	1	1	1
	52	1	1	1	1	1	1	1
	53	2	2	2	2	2	2	2
	54	1	1	1	1	1	1	1
	55	2	2	2	2	2	2	2
	56	0	0	0	0	0	0	0
	57	0	0	0	0	0	0	0
	58	1	1	1	1	1	1	1
	59	2	2	2	2	2	2	2
	60	2	2	2	2	2	2	2
F	61	6	7	8	7	7	7	8
	62	4	4	4	3	3	4	4
	63	7	7	7	7	7	6	6
	64	5	6	6	6	6	6	6
	65	2	2	3	3	3	3	3
	66	2	2	2	2	2	3	2
	67	4	3	4	4	4	3	4
	68	3	3	3	4	4	3	3
	69	2	2	2	2	2	2	2
	70	1	1	1	1	1	1	1
	71	3	3	3	3	3	3	3
	72	3	3	3	3	3	3	3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค2 เปรียบเทียบจำนวนการสั่งของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดสำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 2 (ครั้ง) ต่อ

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
F	73	2	2	2	2	2	2	2
	74	3	3	3	3	3	3	3
	75	4	4	4	4	4	4	4
	76	1	1	1	1	1	1	1
	77	3	3	3	3	3	3	3
	78	3	3	3	3	3	3	3
	79	1	1	1	1	1	1	1
	80	1	1	1	1	1	1	1
	81	1	1	1	1	1	1	1
	82	1	1	1	1	1	1	1
	83	1	1	1	1	1	1	1
	84	2	2	2	2	2	2	2
	85	1	1	1	1	1	1	1
	86	1	1	1	1	1	1	1
รวม		189	194	195	196	196	197	201

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค3 เปรียบเทียบระดับคงคลังในช่วง 12 สัปดาห์ของแต่ละผลิตภัณฑ์สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ล็อต)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
C	87	158.735	105.735	113.735	101.735	101.735	101.735	101.735
	88	53.307	63.307	54.307	55.307	65.307	65.307	52.307
	89	68.963	56.963	64.963	49.963	60.963	49.963	49.963
	90	72.249	73.249	72.249	92.249	76.249	76.249	72.249
	91	59.248	59.248	71.248	59.248	65.248	65.248	59.248
	92	76.298	76.298	76.298	126.298	76.298	76.298	76.298
	93	74.342	70.342	78.342	70.342	74.342	74.342	70.342
	94	108.052	108.052	108.052	108.052	108.052	108.052	108.052
	95	80.889	84.889	80.889	84.889	84.889	84.889	80.889
	96	58.495	52.495	52.495	52.495	52.495	52.495	52.495
	97	101.428	101.428	101.428	101.428	101.428	101.428	101.428
	98	106.495	106.495	106.495	124.495	106.495	106.495	106.495
	99	65.495	65.495	65.495	65.495	65.495	65.495	65.495
G	100	134.073	106.073	128.073	60.073	83.073	83.073	81.073
	101	125.631	123.631	125.631	123.631	121.631	121.631	121.631
	102	91.21	80.21	91.21	70.21	70.21	70.21	70.21
	103	81.806	66.806	93.806	66.806	66.806	66.806	66.806
	104	218.528	218.528	218.528	218.528	218.528	218.528	218.528
	105	96.08	96.08	96.08	97.08	96.08	96.08	96.08
	106	98.736	98.736	98.736	98.736	101.736	98.736	98.736
	107	113.206	107.206	113.206	107.206	107.206	107.206	107.206
	108	68.445	64.445	65.445	65.445	64.445	64.445	64.445
	109	66.968	52.968	52.968	52.968	52.968	52.968	52.968
	110	66.666	64.666	64.666	70.666	64.666	64.666	64.666
	111	67.733	67.733	70.733	67.733	70.733	70.733	70.733
	112	169.194	169.194	169.194	169.194	169.194	169.194	169.194
	113	83.246	83.246	83.246	79.246	83.246	83.246	83.246
	114	70.831	70.831	70.831	83.831	70.831	70.831	70.831
	115	79.754	79.754	79.754	79.754	79.754	79.754	79.754
	116	108.483	108.483	108.483	108.483	108.483	108.483	108.483

ตารางที่ ค3 เปรียบเทียบระดับคงคลังในช่วง 12 สัปดาห์ของแต่ละผลิตภัณฑ์สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ล็อต) ต่อ

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
G	117	214.689	194.689	214.689	214.689	214.689	214.689	214.689
	118	62.061	62.061	62.061	62.061	62.061	62.061	62.061
	119	99.946	99.946	99.946	99.946	99.946	99.946	99.946
	120	85.278	85.278	85.278	85.278	85.278	85.278	85.278
	121	54.252	54.252	54.252	54.252	54.252	54.252	54.252
	122	98.908	98.908	98.908	98.908	98.908	98.908	98.908
	123	87.382	87.382	87.382	87.382	87.382	87.382	87.382
	124	67.645	67.645	67.645	67.645	67.645	67.645	67.645
	125	99.296	99.296	99.296	99.296	99.296	99.296	99.296
H	126	18.732	45.732	44.732	28.732	40.732	43.732	27.732
	127	79.861	51.861	43.861	59.861	53.861	48.861	69.861
	128	52.624	119.624	49.624	57.624	54.624	54.624	52.624
	129	101.406	75.406	38.406	54.406	54.406	58.406	55.406
	130	45.076	38.076	37.076	37.076	33.076	34.076	39.076
	131	175.97	111.97	112.97	98.97	85.97	85.97	121.97
	132	48.113	60.113	51.113	60.113	60.113	48.113	59.113
	133	73.847	67.847	60.847	79.847	63.847	63.847	67.847
	134	82.128	61.128	71.128	63.128	65.128	63.128	61.128
	135	60.808	60.808	60.808	60.808	66.808	65.808	60.808
	136	94.21	80.21	86.21	85.21	85.21	85.21	104.21
	137	68.308	74.308	73.308	74.308	73.308	73.308	83.308
	138	77.442	77.442	92.442	77.442	77.442	77.442	92.442
	139	67.904	67.904	67.904	67.904	65.904	65.904	67.904
	140	65.392	65.392	69.392	65.392	65.392	65.392	69.392
	141	73.854	73.854	73.854	73.854	73.854	73.854	73.854
	142	61.67	64.67	61.67	64.67	64.67	64.67	61.67
	143	86.604	86.604	86.604	86.604	86.604	86.604	86.604
	144	101.278	117.278	101.278	101.278	101.278	101.278	101.278

ตารางที่ ค3 เปรียบเทียบระดับคงคลังในช่วง 12 สัปดาห์ของแต่ละผลิตภัณฑ์สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ล็อต) ต่อ

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
I	145	92.888	82.888	82.888	81.888	82.888	82.888	82.888
	146	70.636	97.636	70.636	70.636	104.636	96.636	96.636
J	147	153.922	148.922	119.922	134.922	118.922	137.922	138.922
	148	47.888	47.888	47.888	47.888	47.888	47.888	47.888
	149	58.923	46.923	44.923	25.923	32.923	36.923	45.923
	150	29.395	37.395	26.395	30.395	30.395	30.395	26.395
	151	86.859	80.859	92.859	58.859	83.859	68.859	88.859
	152	93.703	70.703	78.703	103.703	75.703	75.703	89.703
	153	111.812	71.812	64.812	81.812	64.812	64.812	91.812
	154	58.952	72.952	58.952	76.952	72.952	61.952	60.952
	155	80.162	80.162	80.162	80.162	80.162	80.162	80.162
	156	71.524	61.524	61.524	51.524	56.524	56.524	67.524
	157	89.763	85.763	79.763	79.763	98.763	95.763	83.763
	158	64.839	64.839	64.839	65.839	80.839	80.839	73.839
	159	86.444	74.444	81.444	77.444	75.444	75.444	73.444
	160	75.035	75.035	75.035	75.035	75.035	75.035	75.035
	161	67.805	69.805	67.805	69.805	69.805	69.805	67.805
	162	80.584	87.584	87.584	69.584	77.584	69.584	87.584
	163	83.419	91.419	85.419	95.419	100.419	100.419	83.419
	164	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
	165	83.429	73.429	73.429	73.429	93.429	93.429	73.429
	166	89.947	89.947	89.947	89.947	89.947	89.947	89.947
	167	79.724	79.724	79.724	79.724	79.724	79.724	79.724
	168	81.016	81.016	81.016	81.016	81.016	81.016	81.016
	169	84.516	84.516	84.516	84.516	84.516	84.516	84.516

ตารางที่ ค3 เปรียบเทียบระดับคงคลังในช่วง 12 สัปดาห์ของแต่ละผลิตภัณฑ์สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ล็อต) ต่อ

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
K	170	115.876	111.876	94.876	95.876	99.876	100.876	96.876
	171	97.023	99.023	90.023	100.023	90.023	90.023	110.023
	172	114.741	114.741	114.741	127.741	118.741	122.741	126.741
	173	54.357	54.357	54.357	54.357	54.357	54.357	54.357
	174	203.531	203.531	203.531	203.531	203.531	203.531	203.531
	175	201.693	171.693	209.693	195.693	289.693	215.693	170.693
L	176	172.376	362.376	274.376	197.376	240.376	299.376	138.376
	177	60.393	48.393	80.393	59.393	48.393	48.393	57.393
	178	51.152	49.152	49.152	73.152	51.152	49.152	51.152
	179	82.26	50.26	62.26	82.26	50.26	50.26	69.26
	180	146.945	139.945	139.945	154.945	133.945	154.945	139.945
	181	70.213	70.213	73.213	78.213	73.213	70.213	70.213
	182	62.648	62.648	67.648	90.648	62.648	66.648	80.648
	183	82.949	68.949	82.949	78.949	72.949	72.949	82.949
	184	75.239	75.239	75.239	85.239	75.239	75.239	67.239
	185	87.76	65.76	73.76	75.76	65.76	65.76	65.76
	186	69.098	74.098	69.098	79.098	69.098	69.098	74.098
	187	71.668	71.668	72.668	71.668	77.668	72.668	72.668
	188	73.524	63.524	73.524	63.524	63.524	63.524	73.524
รวม		9,040.10	8,841.10	8,765.10	8,726.10	8,703.10	8,660.10	8,618.10

ตารางที่ ค4 เปรียบเทียบจำนวนการสั่งผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในช่วง 12 สัปดาห์สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ครั้ง)

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
C	87	11	13	7	13	12	13	12
	88	7	9	6	9	8	9	8
	89	6	6	7	6	6	6	6
	90	5	5	7	6	5	6	5
	91	4	5	2	5	5	5	5
	92	3	3	4	3	3	3	3
	93	3	4	4	4	3	4	3
	94	2	2	4	2	2	2	2
	95	3	3	5	3	3	3	3
	96	3	4	5	4	4	4	4
	97	2	2	4	2	2	2	2
	98	2	2	5	2	2	2	2
	99	2	3	1	3	3	3	3
G	100	7	9	2	9	9	9	9
	101	6	6	4	6	6	6	6
	102	6	7	2	8	8	8	8
	103	5	7	1	7	7	7	7
	104	2	2	1	2	2	2	2
	105	4	4	2	4	4	4	4
	106	4	4	2	4	4	4	4
	107	4	4	2	4	4	4	4
	108	4	5	2	5	5	5	5
	109	4	5	1	5	5	5	5
	110	4	4	2	4	4	4	4
	111	3	5	2	4	4	4	4
	112	1	1	1	1	1	1	1
	113	2	2	9	2	2	2	2
	114	3	4	9	4	4	4	4
	115	1	2	6	2	2	2	2

ตารางที่ ค4 เปรียบเทียบจำนวนการสั่งผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในช่วง 12 สัปดาห์สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ครั้ง) ต่อ

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
G	116	1	1	6	1	1	1	1
	117	1	1	5	1	1	1	1
	118	2	2	3	2	2	2	2
	119	2	2	3	2	2	2	2
	120	2	2	2	2	2	2	2
	121	1	2	3	2	2	2	2
	122	1	1	4	1	1	1	1
	123	2	2	2	2	2	2	2
	124	2	2	2	2	2	2	2
	125	1	1	3	1	1	1	1
H	126	11	8	10	9	8	9	9
	127	9	8	9	8	9	8	9
	128	10	10	11	11	10	11	10
	129	9	8	8	9	8	9	8
	130	9	9	8	9	9	9	9
	131	4	4	3	4	5	4	5
	132	7	6	6	6	6	6	7
	133	6	5	5	5	5	5	5
	134	5	5	4	5	5	5	5
	135	4	4	4	4	4	4	4
	136	3	3	3	3	3	3	3
	137	3	3	3	3	3	3	3
	138	2	2	3	2	2	2	2
	139	3	3	3	3	3	3	3
	140	2	2	3	2	2	2	2
	141	2	2	2	2	2	2	2
	142	2	2	2	2	2	2	2
	143	1	1	1	1	1	1	1
	144	1	1	1	1	1	1	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค4 เปรียบเทียบจำนวนการสั่งผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในช่วง 12 สัปดาห์สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ครั้ง) ต่อ

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
I	145	2	2	3	2	2	2	2
	146	3	1	4	1	1	1	1
J	147	8	9	7	8	10	8	9
	148	10	10	10	10	10	10	10
	149	14	11	10	10	11	10	11
	150	12	11	12	12	12	12	12
	151	6	7	8	7	6	7	7
	152	5	6	5	4	6	4	6
	153	6	6	4	5	6	5	6
	154	7	7	7	7	7	7	7
	155	4	4	4	4	4	4	4
	156	7	7	6	7	6	7	6
	157	5	5	4	5	5	5	5
	158	6	6	6	6	5	6	5
	159	3	4	3	4	4	4	4
	160	3	3	3	3	3	3	3
	161	3	3	3	3	3	3	3
	162	3	3	3	3	3	3	3
	163	2	2	2	2	2	2	2
	164	2	2	2	1	2	1	2
	165	2	2	2	2	2	2	2
	166	1	1	1	1	1	1	1
	167	1	1	2	1	1	1	1
	168	1	1	2	1	1	1	1
	169	1	1	1	1	1	1	1
K	170	7	6	7	6	6	6	6
	171	5	4	6	4	5	4	5
	172	4	4	5	3	4	3	4
	173	2	2	3	2	2	2	2
	174	0	0	0	0	0	0	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค4 เปรียบเทียบจำนวนการสั่งผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในช่วง 12 สัปดาห์สำหรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า “ต้นทุนการจัดเก็บ” ในปัญหาส่วนที่ 3 (ครั้ง) ต่อ

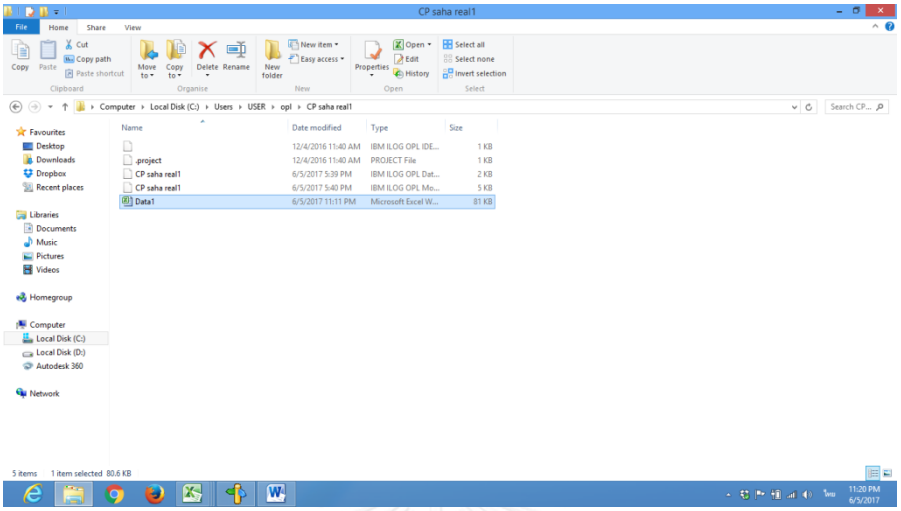
โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%
L	175	7	8	8	9	9	9	8
	176	4	5	6	7	6	7	6
	177	7	9	9	10	9	10	9
	178	6	6	6	6	6	6	6
	179	6	6	5	5	6	5	6
	180	2	2	2	2	2	2	2
	181	4	4	4	4	4	4	4
	182	3	3	3	3	3	3	3
	183	3	3	3	3	3	3	3
	184	3	3	3	3	3	3	3
	185	3	3	3	3	3	3	3
	186	2	2	2	2	2	2	2
	187	2	2	2	2	2	2	2
	188	2	2	2	2	2	2	2
รวม		410	423	424	424	424	424	425

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างการใช้โปรแกรมเบื้องต้น

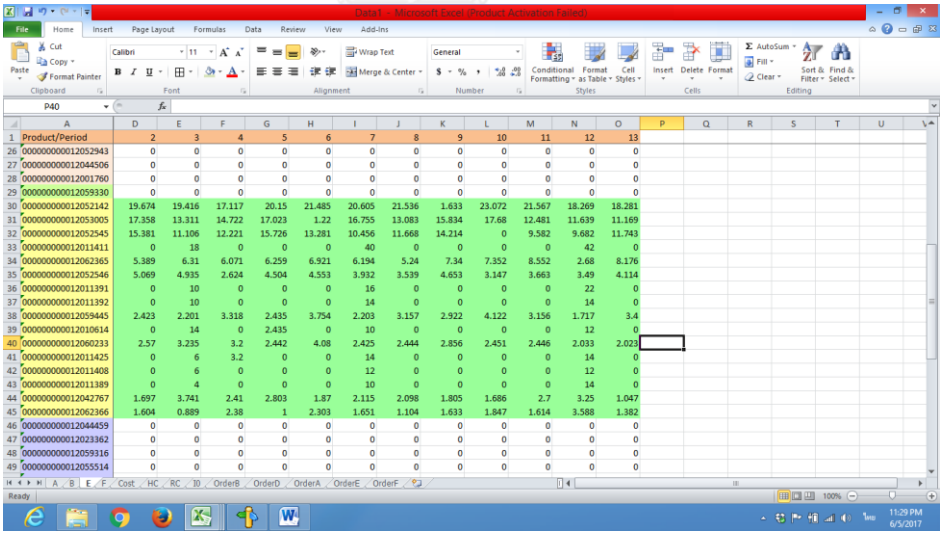
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. คลิก Drive : C >> user >> USER >> opl >> ชื่อไฟล์ที่ต้องการใช้โปรแกรม >> เลือกไฟล์ ไมโครซอฟเอ็กเซล เพื่อใส่ข้อมูลนำเข้า ดังรูปที่ ง1



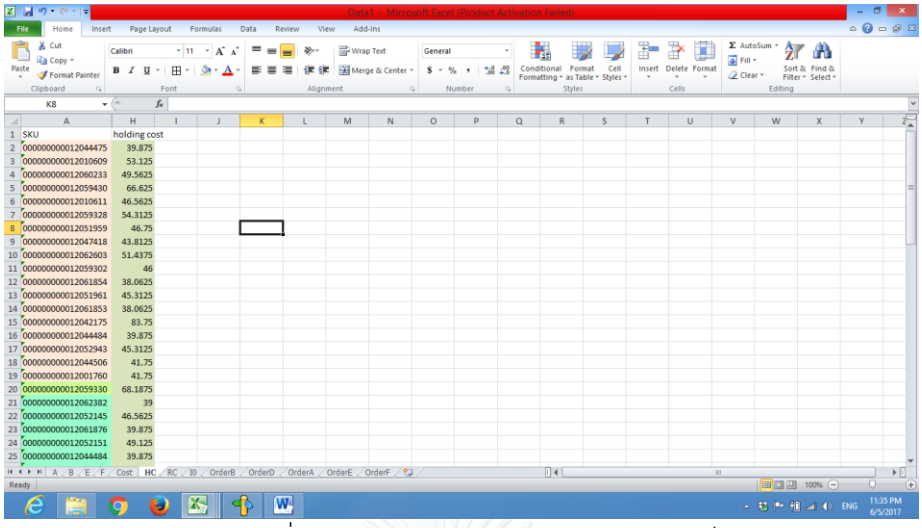
รูปที่ ง1 ขั้นตอนการเปิดโฟล์ดเดอร์โปรแกรมเพื่อใส่ข้อมูลนำเข้า

2. เมื่อคลิกเข้าโปรแกรมไมโครซอฟเอ็กเซลแล้วให้ใส่ข้อมูลนำเข้าต่างๆ ตามรูป ง2, ง3, ง4, ง5 และ ง6 ดังนี้



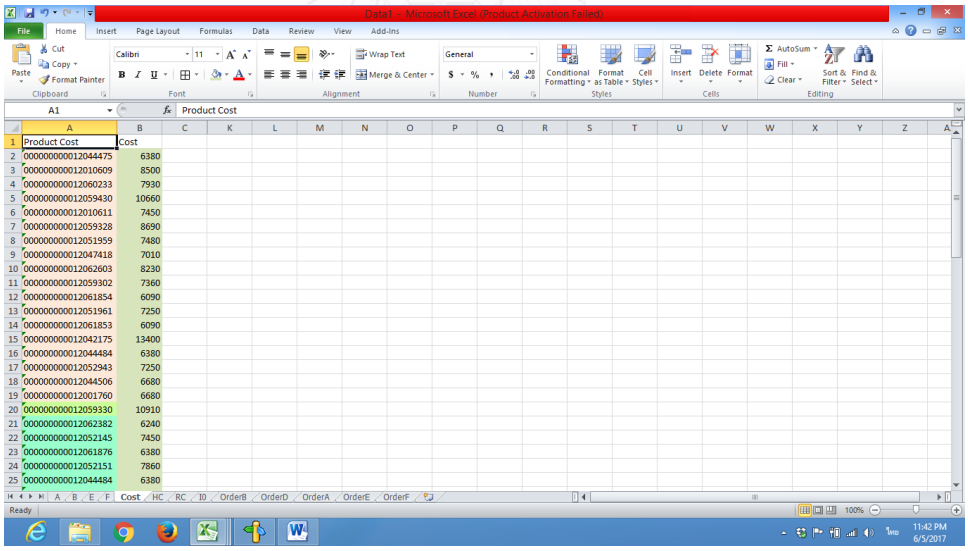
รูปที่ ง2 การใส่ข้อมูลนำเข้าความต้องการของแต่ละโรงงาน

จากรูป ง2 คือหากต้องการใส่ข้อมูลนำเข้าความต้องการของโรงงานใด ให้เลือก Sheet ที่เป็นชื่อโรงงานนั้นๆ และสามารถกรอกข้อมูลหรือแก้ไขจำนวนความต้องการของแต่ละชนิดแต่ละช่วงเวลา ได้ตรงช่องที่ทำไฮไลท์ไว้



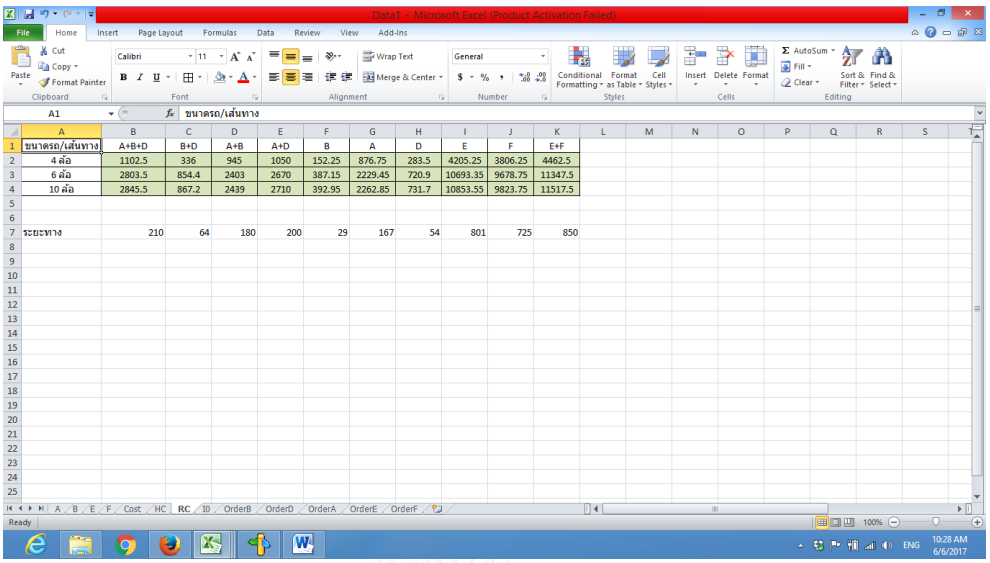
รูปที่ ง3 การใส่ข้อมูลนำเข้าต้นทุนการจัดเก็บ

จากรูป ง3 คือหากต้องการปรับเปลี่ยนต้นทุนการจัดเก็บสามารถไปที่ Sheet ชื่อ HC และทำการแก้ไขต้นทุนแต่ละชนิด ได้ตรงช่องที่ทำการไฮไลท์สีไว้



รูปที่ ง4 การใส่ข้อมูลำเข้าต้นทุนถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์

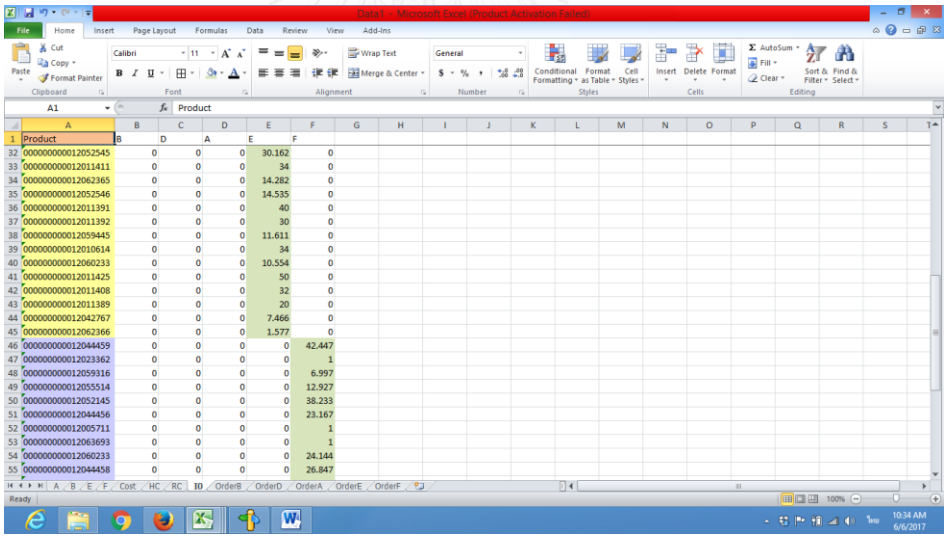
จากรูป ง4 หากต้องการปรับเปลี่ยนต้นทุนถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์แต่ละชนิด ให้ไปที่ Sheet ชื่อ Cost แล้วทำการแก้ไขต้นทุนแต่ละชนิด ได้ตรงช่องที่ทำการไฮไลท์สีไว้



ขนาดรถ/เส้นทาง	A+B+D	B+D	A+B	A+D	B	A	D	E	F	E+F
4 ล้อ	1102.5	336	945	1050	152.25	876.75	283.5	4205.25	3806.25	4462.5
6 ล้อ	2803.5	854.4	2403	2670	387.15	2229.45	720.9	10693.35	9678.75	11347.5
10 ล้อ	2845.5	867.2	2439	2710	392.95	2262.85	731.7	10853.55	9823.75	11517.5
ระยะทาง	210	64	180	200	29	167	54	801	725	850

รูปที่ ง5 การใส่ข้อมูลต้นทุนการขนส่ง

จากรูป ง5 หากต้องการปรับเปลี่ยนต้นทุนการขนส่งของแต่ละชนิดรถแต่ละเส้นทางให้ไปที่ Sheet ชื่อ RC แล้วทำการแก้ไขข้อมูลได้ตรงช่องที่ทำการไฮไลท์สีไว้

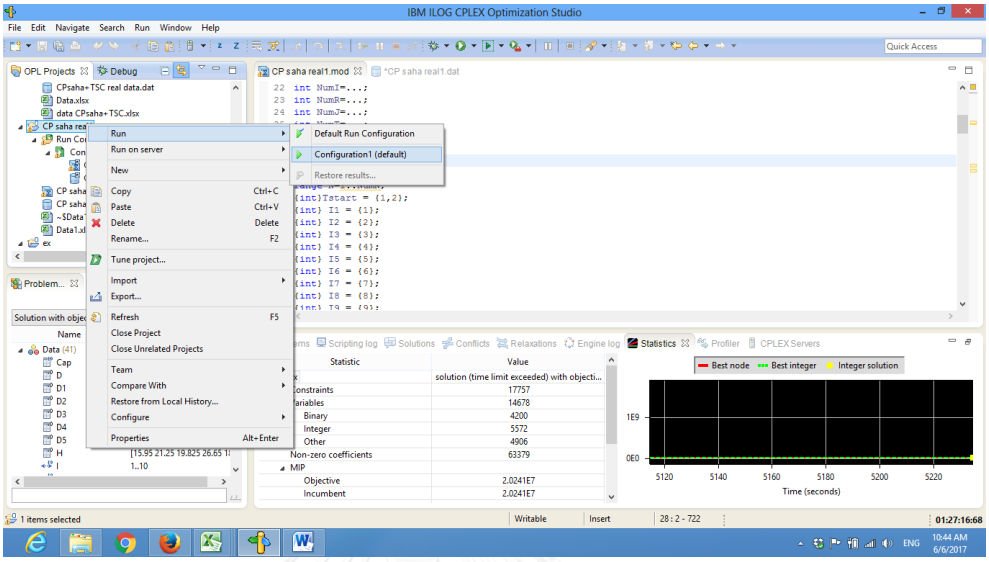


Product	B	D	A	E	F
000000000012052545	0	0	0	30.162	0
000000000012011411	0	0	0	34	0
000000000012062365	0	0	0	14.282	0
000000000012052546	0	0	0	14.535	0
000000000012011391	0	0	0	40	0
000000000012011392	0	0	0	30	0
000000000012059445	0	0	0	11.611	0
000000000012010614	0	0	0	34	0
000000000012060233	0	0	0	10.554	0
000000000012011425	0	0	0	50	0
000000000012011408	0	0	0	32	0
000000000012011389	0	0	0	20	0
000000000012042767	0	0	0	7.466	0
000000000012062366	0	0	0	1.577	0
000000000012044459	0	0	0	0	42.447
000000000012023362	0	0	0	0	1
000000000012059316	0	0	0	0	6.997
000000000012055514	0	0	0	0	12.927
000000000012052145	0	0	0	0	38.233
000000000012044456	0	0	0	0	23.167
000000000012005711	0	0	0	0	1
000000000012063693	0	0	0	0	1
000000000012060233	0	0	0	0	24.144
000000000012044458	0	0	0	0	26.847

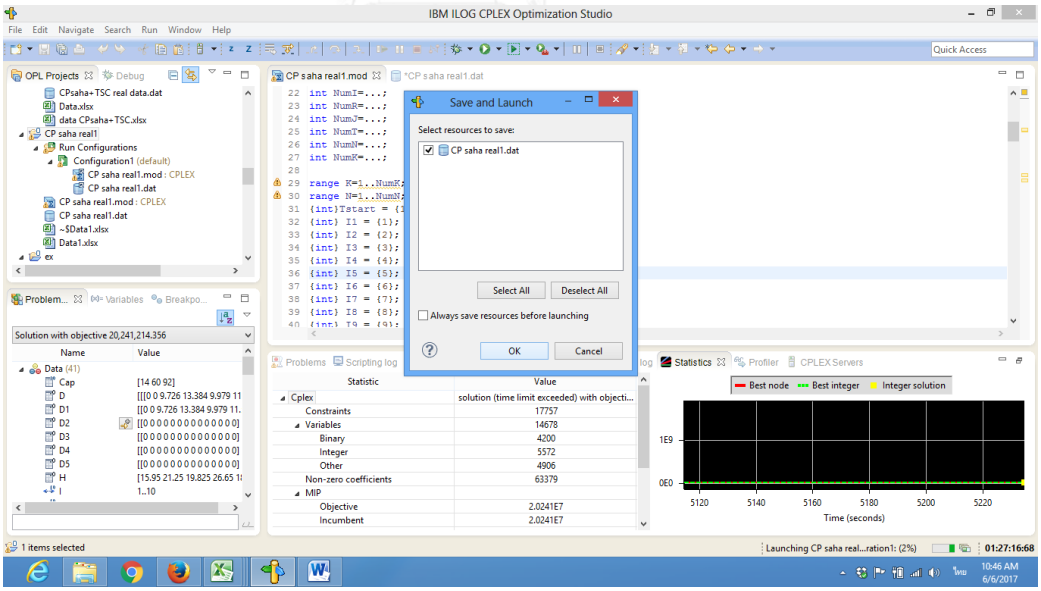
รูปที่ ง6 การใส่ข้อมูลระดับสินค้าคงคลังในช่วงเริ่มต้น

จากรูป ง6 สามารถปรับเปลี่ยนระดับสินค้าคงคลังในช่วงเริ่ต้นได้เมื่อทำการรันหาคำตอบในรอบใหม่ โดยให้ไปที่ Sheet ชื่อ I0 แล้วทำการปรับข้อมูลแต่ละชนิด แต่ละโรงงานตามที่ไฮไลท์สีไว้

3. เมื่อกรอกข้อมูลนำเข้าเรียบร้อยแล้วให้เปิดโปรแกรมโอพีแอล ขึ้นมาเพื่อทำการรันโปรแกรม โดยคลิกขวาชื่อไฟล์ที่จะทำการรันโปรแกรม >> คลิก Run >> Configurationsดังรูปที่ ง.6 จากนั้นคลิก OK ดังรูปที่ ง7



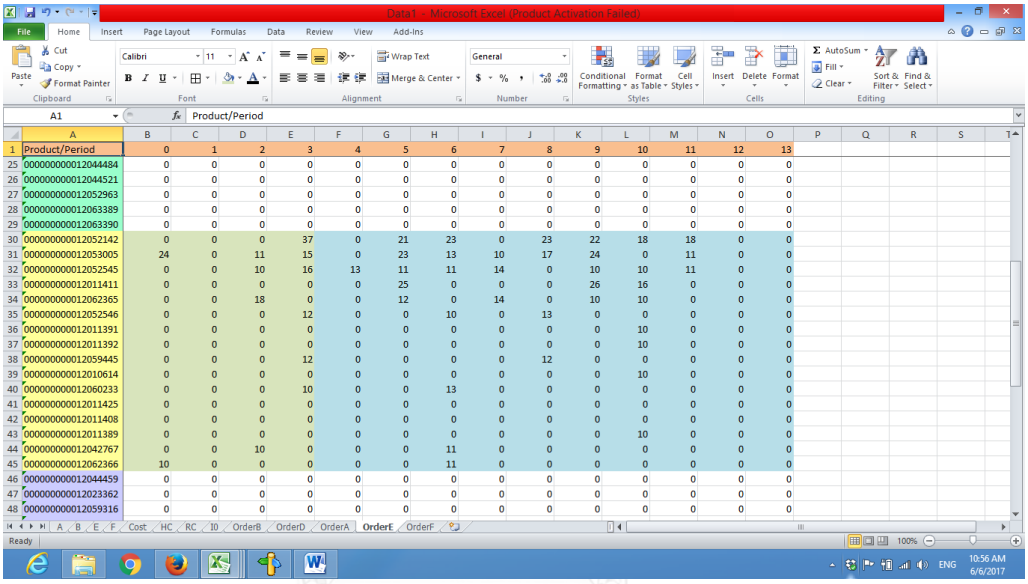
รูปที่ ง6 ขั้นตอนการรันโปรแกรม



รูปที่ ง7 ขั้นตอนการรันโปรแกรม

4. จากนั้นรอให้โปรแกรมรันจนเสร็จ

5. เมื่อโปรแกรมรันจนเสร็จแล้วให้ดูผลเฉลยการตัดสินใจสั่งซื้อของถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์แต่ละ SKU แต่ละโรงงานโดยเปิดไฟล์ ไมโครซอฟเอ็กเซล ที่เป็นไฟล์เดียวกับไฟล์ที่ใส่ข้อมูลนำเข้า จากนั้นหากอยากทราบการสั่งของโรงงานใด ให้คลิกไปที่ Sheet ชื่อ OrderX (ชื่อ Order แล้วตามด้วยชื่อโรงงาน) แล้วดูข้อมูลที่ทำการไฮไลท์ไว้ ดังรูป ง8



รูป ง8 ผลเฉลยการสั่งถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์แต่ละ SKU ในโรงงาน E

จากรูป ง8 จะแสดงผลเฉลยที่ถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์แต่ละชนิด ต้องทำการสั่งในแต่ละช่วงเวลา โดยส่วนที่ไฮไลท์สีเขียวจะเป็นข้อมูลส่วนที่ทางบริษัทนำมาใช้จริง ในขณะที่สีฟ้าจะเป็นเพียงการประมาณการที่ทางบริษัทจะแจ้งให้ทางผู้ผลิตทราบคร่าวๆเท่านั้น

ภาคผนวก จ
ระดับพัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัยที่ทางบริษัทกำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ จ1 ระดับพัสดุคงคลังที่ทางบริษัทกำหนด (ล็อต)

โรงงาน	ชนิดถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์	พัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัย
A	1	0.967
	2	1.218
	3	0.974
	4	1.234
	5	0.961
	6	0.943
B	7	1.033
	8	1.038
	9	1.172
	10	0.784
	11	1.224
C	12	0.906
	13	0.984
	14	1.079
	15	1.22
	16	1.017
A	17	1.079
	18	0.783
	19	0.765
	20	1.079
	21	1.015
	22	1.2
	23	0.81
	24	1.169
	25	0.973
B	26	1.136
	27	1.082
	28	0.901
	29	0.96
	30	1.195
	31	0.881

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ จ1 ระดับพัสดุคงคลังที่ทางบริษัทกำหนด (ล็อต) ต่อ

โรงงาน	ชนิดถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์	พัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัย
B	33	0.956
	34	0.781
	35	0.85
	36	1.144
	37	0.979
	38	1.135
	39	0.963
	40	0.864
	41	1.116
	42	0.921
	43	1.005
D	44	1.015
E	45	1.131
	46	0.825
	47	1.141
	48	1.131
	49	0.882
	50	1.166
	51	1.054
	52	1.009
	53	0.822
	54	0.759
	55	1.083
	56	1.058
	57	1.194
	58	0.96
	59	1.195
	60	1.03
F	61	0.793
	62	0.949

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ จ1 ระดับพัสดุคงคลังที่ทางบริษัทกำหนด (ล็อต) ต่อ

โรงงาน	ชนิดถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์	พัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัย
F	63	0.754
	64	0.892
	65	1.093
	66	0.967
	67	1.226
	68	1.057
	69	1.08
	70	1.227
	71	1.133
	72	1.178
	73	1.169
	74	1.056
	75	1.038
	76	1.062
	77	0.765
	78	0.862
	79	0.876
	80	1.233
	81	1.036
	82	0.978
	83	0.78
	84	0.878
	85	0.903
	86	1.048
C	87	0.954
	88	0.909
	89	0.853
	90	0.791
	91	0.797
	92	1.21
	93	1.086

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ จ1 ระดับพัสดุคงคลังที่ทางบริษัทกำหนด (ล็อต) ต่อ

โรงงาน	ชนิดถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์	พัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัย
C	94	0.853
	95	0.924
	96	1.158
	97	1.143
	98	0.806
	99	0.882
G	100	1.084
	101	0.947
	102	1.151
	103	1.001
	104	1.234
	105	1.013
	106	0.91
	107	0.984
	108	1.198
	109	0.798
	110	0.763
	111	0.915
	112	1.195
	113	0.765
	114	0.982
	115	0.884
	116	1.192
	117	1.042
	118	1.084
	119	1.131
	120	0.894
	121	1.204
	122	1.226
	123	0.893
	124	0.854
	125	1.171

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ จ1 ระดับพัสดุคงคลังที่ทางบริษัทกำหนด (ล็อต) ต่อ

โรงงาน	ชนิดถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์	พัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัย
H	126	0.8
	127	1.029
	128	1.093
	129	0.973
	130	0.812
	131	0.894
	132	1.07
	133	1.153
	134	0.778
	135	0.813
	136	0.758
	137	1.19
	138	0.838
	139	0.792
	140	0.841
	141	0.933
	142	0.759
	143	1.23
	144	1.017
I	145	0.82
	146	1.067
J	147	1.2
	148	0.986
	149	1.017
	150	1.041
	151	1.171
	152	0.821
	153	1.076
	154	1.063
	155	0.757
	156	1.179

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ จ1 ระดับพัสดุคงคลังที่ทางบริษัทกำหนด (ล็อต) ต่อ

โรงงาน	ชนิดถุงบรรจุภัณฑ์อาหารสัตว์	พัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัย
J	157	0.914
	158	0.865
	159	1.08
	160	0.888
	161	0.801
	162	1.229
	163	0.823
	164	1.012
	165	0.943
	166	1.048
	167	1.085
	168	0.939
	169	1.109
K	170	1.03
	171	0.827
	172	0.776
	173	0.951
	174	0.951
L	175	0.948
	176	1.03
	177	1.194
	178	1.123
	179	0.815
	180	0.933
	181	0.944
	182	0.897
	183	0.81
	184	0.877
	185	0.987
	186	1.114
	187	0.795
	188	0.866

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว กมลนัทธ์ อรุณรัตน์ เกิดวันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2535 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนอัสสัมชัญสมุทรปราการ จังหวัสมุทรปราการ จากนั้นสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจาก ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2557 และได้เข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2558

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University