การจัดเส้นทางการขนส่งย้อนกลับของขวดใช้แล้ว โดยใช้กำหนดการเชิงเส้น

Used Bottles' Reverse Transportation Routing Using Linear Programming

ภาส์พิชญ์ สกลเดชาวาณิชย์

สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USED BOTTLES' REVERSE TRANSPORTATION ROUTING USING LINEAR PROGRAMMING

PAPICH SAKONDECHAWANICH

CO-OPERATIVE EDUCATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED MATHEMATICS)

DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การจัดเส้นทางการขนส่งย้อนกลับของขวดใช้แล้วโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น Used Bottles' Reverse Transportation Routing Using Linear Programming
ชื่อนักศึกษา	นางสาวภาส์พิชญ์ สกลเดชาวาณิชย์ รหัสนักศึกษา 58050129
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์
พนักงานพี่เลี้ยง	นายอภิสิทธิ์ เอี่ยมสุขประเสริฐ นายชุติพงศ์ มัธยกุล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ธวัชชัย คำประภัสสร ประธานกรรมการ	
ดร.วรรณพร สรรประเสริฐ กรรมการ	
รศ.ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา การจัดเส้นทางการขนส่งย้อนกลับของขวดใช้แล้วโดยใช้กำหนดการเชิงเส้น
ชื่อนักศึกษา นางสาวภาส์พิชญ์ สกลเดชาวาณิชย์ รหัสนักศึกษา 58050129
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา คณิตศาสตร์ประยุกต์
คณะ วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา 2561
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์
พนักงานพี่เลี้ยง นายอภิสิทธิ์ เอี่ยมสุขประเสริฐ นายชุติพงศ์ มัธยกุล

บทคัดย่อ

ในการทำสหกิจศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์ในการสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์เพื่อช่วยให้บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด (TBR) จัดเส้นทางขนส่งขวดใช้แล้วได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากในปัจจุบัน TBR ไม่มีแบบแผนหลักเกณฑ์ในการขนส่งขวดที่เป็นมาตรฐาน จึงทำให้การขนส่งนั้นยังไม่มีประสิทธิภาพมากพอที่จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่คุ้มค่าที่สุด ในขั้นตอนเบื้องต้นได้ศึกษากระบวนการขนส่งขวดจากแหล่งต้นทางไปยังแหล่งปลายทาง เงื่อนไขด้านขนส่งขวด พบว่าขวดชนิด A มีจำนวนขวดในการขนส่งและเกิดค่าขนส่งมากที่สุด จึงทำการแก้ปัญหานี้โดยเริ่มจากรวบรวมข้อมูลยอดรับซื้อขวดของแหล่งต้นทางแต่ละแห่ง ข้อมูลแผนบรรจุ และข้อมูลค่าขนส่งต่อขวด หลังจากนั้นจึงนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของกำหนดการเชิงเส้นมาช่วยในการวิเคราะห์ว่าควรขนส่งขวดจากแหล่งต้นทางไปยังแหล่งปลายทางอย่างไร ถึงจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งรวมที่คุ้มค่าที่สุด ขั้นตอนต่อมาทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายก่อนและหลังการใช้แบบจำลอง และพบว่าแบบจำลองโปรแกรมที่ได้สร้างขึ้นสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งขวดได้จริง และยังสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางจัดเส้นทางขนส่งกับข้อมูลประมาณการในอนาคตได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Used Bottles' Reverse Transportation Routing Using Linear Programming
Student	Miss Papich Sakondechawanich Student ID 58050129
Degree	Bachelor of Science (Applied Mathematics)
Department	Mathematic
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2018
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Chartchai Leenawong
Job Advisor	Apisit Aiamsukpraserd, Chutipong Muttayakul

Abstract

In this co-operative education, mathematical models for routing used bottles efficiently of the Thai Beverage Recycle company (TBR) are developed. Currently, TBR has no certain approaches for transporting used bottles. First, the existing transportation process from sources to destinations are examined. It is found that most bottles to be transported are the type-A bottles. To solve this transportation problem, the numbers of used bottles purchased at each source are collected, along with data regarding bottle filling schedules, unit transportation costs. Afterwards, mathematical models based on Linear Programming are used in determining how many bottles should be transported from which source to which destination so as to achieve the least total transportation cost. Then, a comparison between the before and after costs are evaluated. It is concluded that the constructed models can help save the transportation cost and can be applied to predicted data in the future as well.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำสหกิจศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้นั้น ต้องขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจ ซึ่งท่านได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และสนับสนุนให้กำลังใจตลอดระยะเวลาของการดำเนินงานสหกิจ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความทุ่มเทอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ประธานและคณะกรรมการสอบสหกิจครั้งนี้ รวมทั้งท่านอาจารย์และทุกท่านที่ร่วมตรวจสอบ ทำให้ได้มีโอกาสนำเสนอความรู้ที่ได้รับมาจากการปฏิบัติสหกิจศึกษาครั้งนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำ บอกถึงจุดบกพร่อง ข้อควรปรับปรุงแก้ไข จนทำให้สหกิจศึกษาฉบับนี้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณพนักงานพี่เลี้ยงคุณอภิสิทธิ์ เอี่ยมสุขประเสริฐ และคุณชุติพงศ์ มัธยกุล ที่สอนขั้นตอนปฏิบัติงานในบริษัทระหว่างช่วงสหกิจศึกษา ตลอดจนให้คำปรึกษา ความรู้มาโดยตลอด ได้เปิดประสบการณ์ชีวิตการทำงาน ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งผลให้ปฏิบัติงานสหกิจสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณฝ่ายวางแผนโลจิสติกส์ของบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด ที่เปิดโอกาสให้เข้ามาศึกษาปฏิบัติงานสหกิจในครั้งนี้ ได้รู้จักการปรับตัวเข้ากับสังคมการทำงาน และได้รับประสบการณ์อย่างมาก ซึ่งเป็นสิ่งที่นำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในการทำงานหลังจากที่ได้จบการศึกษา

และสุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา และมารดาเป็นอย่างสูง ที่ให้กำลังใจเสมอมา จนกระทั่งการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้สำเร็จ และท่านยังให้คำแนะนำและข้อคิดในการใช้ชีวิตในการทำงาน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากที่ทำให้ผ่านทุกอุปสรรคไปได้

ภาส์พิชญ์ สกลเดชาวาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
สัญลักษณ์ ..... ฌ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.4 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 สถานที่ปฏิบัติสหกิจศึกษา 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน 4
2.1.1 รูปแบบของการจัดการโลจิสติกส์ 5
2.2 ต้นทุนการขนส่ง 6
2.3 แบบจำลอง 8
2.3.1 แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ 8
2.3.2 แบบจำลองเพื่อการตัดสินใจ 8
2.3.3 แบบจำลองบนสเปรดชีต 8
2.4 กำหนดการเชิงเส้น 9
2.4.1 ความหมายและความสำคัญของกำหนดการเชิงเส้น 9
2.4.2 ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบของปัญหา 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.3 วิธีแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น 11
2.5 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นด้วย Excel Solver 13
2.5.1 วิธีแก้ปัญหาการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด 13
2.5.2 การเรียกใช้โปรแกรม Solver 14
2.6 Macro and Excel VBA 18
2.6.1 การสร้างมาโคร (Macro) 18
2.6.2 พื้นฐาน VBA (Visual Basic for Application) 20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 22
3.1 การศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัท 24
3.2 การศึกษาปัญหาและกำหนดขอบเขตของงานวิจัย 25
3.3 การรวบรวมข้อมูล 26
3.3.1 ข้อมูลที่ใช้จัดเส้นทางขนส่งขวด 26
3.3.2 ข้อมูลรูปแบบการขนส่งขวดใช้แล้วชนิด A ที่เกิดขึ้นจริงในอดีต 29
3.4 การสร้างตัวแบบจำลองจัดเส้นทางขนส่งขวด 33
3.4.1 การสร้างแบบจำลองบนสเปรดชีตเอ็กเซล 33
3.4.2 สร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ 37
3.4.3 การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ด้วย Excel Solver 39
3.4.4 การสร้างโปรแกรม Macro Excel VBA 43
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 47
4.1 ผลการจัดเส้นทางขนส่งในอดีตด้วยแบบจำลองสเปรดชีต 47
4.2 ผลการจัดเส้นทางขนส่งในอดีตด้วยแบบจำลองเทียบกับการจัดเส้นทางขนส่งแบบเดิม 52
4.3 ผลการจัดเส้นทางขนส่งในอนาคตด้วยแบบจำลองสเปรดชีต 56
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย 58
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 58
5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย 59
5.3 ข้อเสนอแนะ 59
เอกสารอ้างอิง 60
ภาคผนวก 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน 2
3.1 จำนวนขวดใช้แล้วทุกชนิดที่ขนส่งและค่าขนส่งรวมที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปี พ.ศ. 2561 25
3.2 ข้อมูลยอดรับซื้อขวดทุกเดือนของปี พ.ศ. 2561 26
3.3 ข้อมูลแผนบรรจุขวดทุกเดือนของปี พ.ศ. 2561 27
3.4 ตัวอย่างข้อมูลค่าขนส่งต่อขวดของเส้นทางขนส่งแบบ Head Haul (HH) 27
3.5 ข้อมูลค่าขนส่งและเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการขนส่งแบบ Back Haul (BH) 28
3.6 การจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมในเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 29
3.7 การจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 30
3.8 การจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 31
3.9 การจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 32
4.1 การจัดเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิม 53
4.2 การจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลอง 54
4.3 ความแตกต่างของค่าขนส่งก่อน–หลังใช้แบบจำลองจัดเส้นทางขนส่งขวด 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 สัญลักษณ์บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด 3
2.1 ข่ายงานการจัดการโลจิสติกส์ขาออก 6
2.2 แถบข้อมูลเมนู Solver 15
2.3 Dialog Box Solver Parameter 15
2.4 Dialog Box ของ Change Constraint 16
2.5 Dialog Box ของ Solver results เมื่อได้คำตอบ 17
2.6 Dialog Box ของ Solver results เมื่อไม่ได้คำตอบ 18
2.7 ขั้นตอนที่ 1 ของการสร้าง Macro 19
2.8 ขั้นตอนที่ 2 ของการสร้าง Macro 19
2.9 ขั้นตอนที่ 3 ของการสร้าง Macro 19
2.10 ขั้นตอนที่ 4 ของการสร้าง Macro 20
2.11 Code VBA ที่เก็บไว้ใน Module หลังการบันทึก Macro 21
3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน 23
3.2 สถานการณ์ในปัจจุบันของ TBR 24
3.3 ส่วนที่ 1 ของแบบจำลองจัดเส้นทางขนส่งขวด 33
3.4 ส่วนที่ 2 ของแบบจำลองคำนวณการจัดเส้นทางขนส่งขวด 34
3.5 ส่วนที่ 3 ของแบบจำลองคำนวณการจัดเส้นทางขนส่งขวด 35
3.6 ส่วนที่ 4 ของแบบจำลองคำนวณการจัดเส้นทางขนส่งขวด 36
3.7 ขั้นตอนการเปิดใช้งาน Solver 39
3.8 หน้าต่าง Solver Parameters 40
3.9 เซลล์บางส่วนของ Decision Variable และเงื่อนไขข้อที่ 3, 4 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.10 เซลล์ Objective Function และเงื่อนไขข้อที่ 1, 2, 5, 7, 8, 9, 11 42
3.11 เซลล์เงื่อนไขข้อที่ 6, 10 42
3.12 หน้าต่าง Solver Parameters หลังจากระบุค่าครบแล้ว 43
3.13 ขั้นตอนการสร้างปุ่ม Solve และปุ่ม Clear All 43
3.14 แสดงปุ่ม Solve และปุ่ม Clear all ที่ได้สร้างขึ้น 44
3.15 การเลือก Assign Macro... 44
3.16 การตั้งชื่อ Macro 45
3.17 การใส่ Code ให้ปุ่ม Solve 45
3.18 การใส่ Code ให้ปุ่ม Clear All 46
4.1 ผลการจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลองประจำเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 48
4.2 ผลการจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลองประจำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 49
4.3 ผลการจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลองประจำเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 50
4.4 ผลการจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลองประจำเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 51
4.5 กราฟค่าขนส่งที่สามารถประหยัดได้ในแต่ละเดือน 55
4.6 ผลการจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลองประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
TBR	บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด
VBA	Visual Basic for Applications
BH	แบบการขนส่ง Back Haul
HH	แบบการขนส่ง Head Haul
BH+BH	แบบการขนส่ง Back Haul
HH+BH	แบบการขนส่ง Back Haul

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

การดำเนินธุรกิจในยุคปัจจุบันมีการแข่งขันกันมาก จุดประสงค์หลักของธุรกิจคือการทำกำไรให้ได้มากที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัตถุดิบที่เป็นความต้องการในการผลิตเป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลต่อการเพิ่มกำไรของธุรกิจนั้น ๆ กล่าวคือ ธุรกิจจะต้องมีการขนส่งวัตถุดิบจากหลากหลายต้นทางเพื่อไปสู่ปลายทางหลายแห่ง ซึ่งแหล่งวัตถุดิบต้นทางแต่ละแหล่งมีความสามารถในการจัดหาวัตถุดิบได้ไม่เท่ากัน และความต้องการวัตถุดิบของแหล่งปลายทางแต่ละแหล่งก็ต่างกันด้วย หากสามารถควบคุมการขนส่งจากต้นทางไปสู่ปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งรวมคุ้มค่าที่สุด ก็จะช่วยในเรื่องของการลดต้นทุนของธุรกิจ และยังสามารถสร้างผลกำไรได้มากยิ่งขึ้นด้วย

จากที่ได้ปฏิบัติงานสหกิจ ได้ทราบถึงปัญหาของบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด (TBR) ในเรื่องของค่าใช้จ่ายในการขนส่งขวด เนื่องจากในปัจจุบันบริษัทยังไม่มีแบบแผนหลักเกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานในการควบคุมการขนส่งขวด ซึ่งวัตถุดิบประเภทขวดของบริษัทมีทั้งหมด 6 ชนิด ซึ่งชนิดขวดที่เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูงสุดได้แก่ขวดชนิด A ในขณะที่ขวดประเภทอื่นมีค่าใช้จ่ายไม่มากนักและอยู่ในระดับเดียวกัน ทั้งนี้ทางบริษัทมีความต้องการในการลงทุนทำธุรกิจเพื่อให้เกิดผลกำไรสูงสุด จึงแก้ปัญหาโดยการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งขวดชนิด A ให้มีค่าขนส่งรวมที่คุ้มค่ามากที่สุด

เนื่องจากขวดชนิด A มีจำนวนขวดในการขนส่งมากที่สุด และยังมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งมากที่สุดอีกด้วย ด้วยเหตุนี้จึงหาวิธีการจัดการค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น โดยเริ่มจากการศึกษาเส้นทางขนส่งว่ามีการขนส่งขวดจากแหล่งต้นทางไปยังแหล่งปลายทางอย่างไร มีเงื่อนไขในการขนส่งในแต่ละรอบอย่างไร หลังจากนั้นก็รวบรวมข้อมูลว่าแหล่งต้นทางแต่ละแหล่งสามารถจัดหาวัตถุดิบประเภทขวดได้ในประมาณเท่าใด และแหล่งปลายทางแต่ละแหล่งมีความต้องการใช้วัตถุดิบในปริมาณเท่าใดบ้าง แล้วนำเอาค่าขนส่งที่ขนส่งขวดจากแหล่งต้นทางไปยังแหล่งปลายทางที่แตกต่างกันมาวิเคราะห์ว่าจะขนส่งอย่างไร จะขนจากต้นทางไปยังปลายทางไหนจึงจะทำให้เกิดค่าขนส่งรวมที่คุ้มค่ามากที่สุด หลังจากนั้นจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องกำหนดการเชิงเส้นมาประยุกต์สร้างแบบจำลอง เพื่อให้ได้โปรแกรมคำนวณจัดเส้นทางขนส่งขวด ซึ่งโปรแกรมนี้จะช่วยเป็นแนวทางการจัดเส้นทางขนส่งขวดที่มีประสิทธิภาพให้กับบริษัท เมื่อมีการจัดเส้นทางที่มีประสิทธิภาพ ก็จะช่วยให้สามารถลดต้นทุนค่าขนส่งไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อทราบวิธีการจัดเส้นทางขนส่งขวดของ TBR
2. เพื่อเป็นแนวทางกำหนดมาตรฐานและสามารถสร้างหลักเกณฑ์การขนส่งขวด
3. เพื่อสร้างเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งและลดโอกาสผิดพลาดจากพนักงาน (Human Error)
4. เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งขวดที่คุ้มค่าที่สุด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเส้นทางขนส่งขวดใช้แล้วชนิด A ของ TBR เพื่อสร้างเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพขนส่งขวด โดยใช้ข้อมูลยอดรับซื้อ แผนบรรจุ ค่าขนส่งต่อขวดของประเภทการขนส่งเที่ยวกลับ (Back Haul) และประเภทการขนส่งแบบตรง (Head Haul) รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ความสามารถการใช้เส้นทางขนส่ง Back Haul มาพิจารณา โดยข้อมูลในงานวิจัยชิ้นนี้ เป็นข้อมูลสมมติทั้งหมด เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้เป็นความลับของบริษัท จึงไม่อนุญาตให้เผยแพร่ข้อมูลจริง

1.4 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน

กิจกรรม	ระยะเวลา																	
	ธ.ค.		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
ศึกษาภาพรวมของบริษัท																		
ศึกษาเส้นทางขนส่งขวดในปัจจุบัน																		
วิเคราะห์และออกแบบ แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของขวดใช้แล้วชนิด A																		
นำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลขนส่งขวดในอดีต																		
วิเคราะห์และเปรียบเทียบแผนขนส่งในอดีตก่อน-หลังการปรับปรุง																		
ทดลองใช้โปรแกรมกับแผนประมาณการขนส่งในอนาคต																		
สรุปผลงานวิจัย																		
เสนอผลงานการทำวิจัย																		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ศึกษาการจัดเส้นทางขนส่งขวดเพื่อให้การขนส่งมีประสิทธิภาพมากที่สุด
2. บริษัทมีแนวทางในการจัดเส้นทางขนส่งขวดในอนาคต
3. ได้พัฒนาและศึกษาโปรแกรมที่ช่วยในการจัดเส้นทางขนส่งขวดให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
4. ได้ตอบสนองนโยบายของบริษัท

1.6 สถานที่ปฏิบัติสหกิจศึกษา

รูปที่ 1.1 สัญลักษณ์บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด

(ที่มา : www.thaibev.com)

บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด
ที่ตั้ง เลขที่ 333 ชั้น19 อาคารเล้าเป้งง้วน1 ซอยเฉยพ่วง ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
ลักษณะการประกอบธุรกิจของบริษัท

บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด (TBR) เป็นหนึ่งในเครือของบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ จำกัด (มหาชน) โดยถูกจัดอยู่ในกลุ่มธุรกิจต่อเนื่อง มีบทบาทสำคัญอย่างมากในการรองรับการบริหารต้นทุนการผลิตสุรา และเบียร์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งบริษัททำหน้าที่ในการจัดหา จัดซื้อ จัดส่ง และวางแผนจัดการวัตถุดิบประเภทขวดให้เพียงพอต่อปริมาณความต้องการที่ใช้ในการผลิตของบริษัทในเครือบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ จำกัด (มหาชน) และช่วยเพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิต เช่น ลังกระดาษ พลาสติกหุ้มผลิตภัณฑ์ ขวดที่มีลักษณะไม่เป็นไปตามแบบมาตรฐานที่ตั้งไว้ของการผลิต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำสหกิจศึกษาในครั้งนี้ได้นำแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการทำแบบจำลองเพื่อจัดเส้นทางในการขนส่งขวดให้กับบริษัท โดยนำเอาแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายคือการเกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่คุ้มค่ามากที่สุด โดยได้ทำการรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องมานำเสนอเป็นดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

2.2 ต้นทุนการขนส่ง

2.3 แบบจำลอง

2.4 กำหนดการเชิงเส้น

2.5 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นด้วย Excel Solver

2.6 Macro and Excel VBA

2.1 การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

การจัดการโลจิสติกส์ (Logistics Management) เป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่อุปทานซึ่งเป็นกระบวนการในการวางแผน การนำเสนอ รวมทั้งการควบคุมการไหลและการจัดเก็บสินค้า บริการ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากจุดเริ่มต้นของโซ่อุปทาน (วัตถุดิบ) และปลายทางสู่ผู้บริโภค โดยรวมถึงการไหลกลับจากฝั่งผู้บริโภค (Reverse Logistics) ให้มีทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลด้วย

ฐาปนา บุญหล้า และนงลักษณ์ นิมิตภูวดล (2555) กล่าวว่า การจัดการโลจิสติกส์ คือ กระบวนการวางแผน การปฏิบัติงาน และการควบคุมสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ทั้งล่วงหน้าและย้อนกลับของการเคลื่อนย้ายและการจัดเก็บสินค้า การบริการ และสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่จุดกำเนิดจนถึงจุดการบริโภคสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งการจัดการโลจิสติกส์นั้นจัดเป็นองค์ประกอบของการจัดการซัพพลายเชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) หมายถึง การบริหารจัดการกิจกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างองค์กรที่เกี่ยวข้องกันตั้งแต่ต้นน้ำ (วัตถุดิบ) จนถึงปลายน้ำ (สินค้าสำเร็จรูปหรือบริการ) ซึ่งมีลักษณะยาวต่อเนื่องกันเหมือนโซ่ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพตลอดกระบวนการผลิตจนถึงมือผู้บริโภค โดยการให้ความสำคัญต่อการสื่อสาร การวิเคราะห์ข้อมูล และนำไปใช้ร่วมกัน เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มในการดำเนินงานและเป็นการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันอย่างยั่งยืน

โลจิสติกส์ (Logistics) หมายถึง การจัดการลำเลียงสินค้าเพื่อให้เกิดต้นทุนโดยรวมในการ กระจายสินค้าต่ำที่สุดเกี่ยวข้องตั้งแต่กระบวนการจัดหาวัตถุดิบไปสิ้นสุด ณ จุดที่มีการบริโภค หรือเป็นกระบวนการในการจัดการวางแผน จัดสายงานและควบคุมกิจกรรมทั้งในส่วนที่มีการเคลื่อนย้ายและไม่มีการเคลื่อนย้าย การอำนวยความสะดวกในกระบวนการไหลสินค้า ตั้งแต่จุดจัดหาวัตถุดิบไปจนถึงจุดที่มีการบริโภค (กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ, 2540)

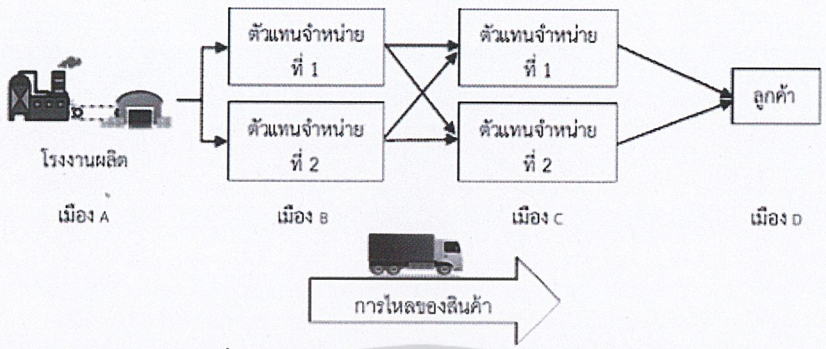
2.1.1 รูปแบบของการจัดการโลจิสติกส์

รูปแบบของการจัดการโลจิสติกส์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือโลจิสติกส์มหภาค (Macro Perspective) และโลจิสติกส์จุลภาค (Micro Perspective) ทั้งสองรูปแบบเป็นการบริหารงานในส่วนการตอบสนองลูกค้าด้วยความพึงพอใจ โดยการใช้กลยุทธ์ที่สำคัญมาใช้ในการบริหาร เช่น การวางแผนการผลิต (MRP) การส่งมอบให้ตรงเวลา (JIT) การตอบสนองลูกค้าด้วยความรวดเร็ว (QR) และการกระจายสินค้า (DRP) กลยุทธ์ต่างๆ นี้เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่การจัดการโลจิสติกส์ด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. อรรถประโยชน์ด้านรูปแบบ (From Utility)
2. อรรถประโยชน์ด้านสถานที่ (Place Utility)
3. อรรถประโยชน์ด้านเวลา (Time Utility)
4. อรรถประโยชน์ด้านการเป็นเจ้าของ (Possession Utility)

จากรูปแบบการจัดการโลจิสติกส์ทั้ง 2 รูปแบบนี้ ยังสามารถแบ่งการจัดการโลจิสติกส์ออกได้อีก 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ การจัดการโลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics Management) และการจัดการโลจิสติกส์ขาออก (Outbound Logistics Management) ซึ่งการแบ่งแยกในการจัดการนี้แบ่งตามกิจกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติการของกิจกรรมโลจิสติกส์ เช่น การจัดการโลจิสติกส์ขาออกรวมตั้งแต่ขบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าสำเร็จรูป (Finish Goods) หรือสินค้าขั้นกลาง (Intermediate Goods) ออกจากโรงงานผลิตไปยังลูกค้า โดยผ่านศูนย์กลางกระจายสินค้าหรือส่งตรงไปยังลูกค้าคนสุดท้าย (Bekker. et al, 1999) ดังแสดงในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ข่ายงานการจัดการโลจิสติกส์ขาออก

2.2 ต้นทุนการขนส่ง

ประชด ไกรเนตร (2551) อธิบายว่า ความหมายของคำว่า “การขนส่ง” คือ เป็นกิจกรรมทางด้านเศรษฐกิจอย่างหนึ่งที่จะจัดให้มีการเคลื่อนย้ายคน สัตว์ และสิ่งของ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ณ เวลาใดเวลาหนึ่งตามความประสงค์เพื่อให้เกิดอรรถประโยชน์ตามต้องการ ในปัจจุบันการขนส่งมีความสำคัญต่อธุรกิจเกือบทุกประเภททั้งในส่วนของการจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขาย และการจัดจำหน่าย ในหลายธุรกิจต้นทุนจากการขนส่งนับเป็นต้นทุนที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ บริการ นอกเหนือจากนี้การขนส่งยังเป็นกิจกรรมที่ช่วยเพิ่มคุณค่าของสินค้าหรือบริการ ทำให้ผู้บริโภคที่อยู่ในสถานที่ที่การขนส่งเข้าไปถึงได้ มีสินค้าหรือบริการบริโภคตามที่ตนต้องการเนื่องจากการขนส่งจะช่วยนำสินค้าจากแหล่งผลิตผ่านมือคนกลางจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค

สมจิตร ล้วนจำเริญ (2549) อธิบายว่า ต้นทุนของการขนส่ง (Cost of Transportation) ต้นทุนที่เกิดจากกิจกรรมการขนส่งและบริการซึ่งต้นทุนเหล่านี้ยังผันแปรไปตามปริมาณการขนส่ง น้ำหนัก ระยะทาง จุดหมายปลายทาง รวมไปถึงวิธีการขนส่งที่ก่อให้เกิดต้นทุนที่แตกต่างกัน ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการขนส่งสามารถจำแนกออกเป็นหลายประเภทตามลักษณะของกิจกรรมที่ส่งผลให้เกิดต้นทุนดังนี้

1) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ตามการผลิต ไม่ว่าจะทำการผลิตหรือไม่ผลิตก็ตาม ต้นทุนนี้จะเกิดขึ้นเป็นจำนวนที่คงที่ ต้นทุนนี้ถึงแม้จะมีการผลิตเป็นจำนวนมากหรือจำนวนน้อยก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในอัตราเท่าเดิมอยู่ตลอดเวลา เช่น ค่าเช่า ที่ดิน อาคาร ค่าประกันภัย ค่าทะเบียนยานพาหนะ ค่าเสื่อมราคา เงินเดือนประจำ ค่าใบอนุญาตเช่าสถานที่ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของการผลิต หรือเรียกว่า ต้นทุนดำเนินงาน (Operation Cost) ถ้าให้บริการขนส่งมากต้นทุนชนิดนี้ก็มากด้วย ถ้าผลิตบริการขนส่งน้อยต้นทุนนี้ก็น้อย ถ้าไม่ได้ให้บริการเลยจะไม่มีค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนเลย ต้นทุนผันแปรได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซม ค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เป็นต้น

3) ต้นทุนรวม (Total Cost หรือ Joint Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายต่างๆ โดยรวมเอาต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรมารวมกันถือเป็นต้นทุนของการบริการทั้งหมด ในการขนส่งถือว่าเป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นสำหรับการขนส่งสินค้า โดยไม่สามารถจะแยกออกได้ว่าต้นทุนของการขนส่งสินค้าหรือบริการแต่ละประเภทเป็นเท่าใด เช่น การขนส่งทางรถไฟ โดยรถขบวนหนึ่งอาจมีทั้งผู้โดยสาร สินค้าและการบริการอยู่ในขบวนเดียวกัน ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจะเป็นต้นทุนรวมกัน เพราะไม่สามารถจะแยกออกได้ว่าเป็นต้นทุนในการขนส่งผู้โดยสารหรือเป็นต้นทุนสำหรับการขนส่งสินค้าและบริการ เป็นต้น ดังนั้นต้นทุนที่เกิดขึ้นในการขนส่งเที่ยวนั้น ก็ควรจะแบ่งสรรไปยังสินค้าแต่ละชนิดที่ขนส่งในเที่ยวนั้น การที่ต้องแบ่งสรรต้นทุนเช่นนี้ก็จะเป็นประโยชน์แก่ธุรกิจเพื่อจะได้ทราบว่าสินค้าแต่ละประเภทที่ดำเนินการอยู่นั้นมีต้นทุนและให้กำไรเพียงใด ต้นทุนรวมที่สามารถแยกแยะได้ชัดเจน เช่น ค่าน้ำมันซึ่งอาจคิดเฉลี่ยค่าน้ำมันแต่ละเที่ยวไปตามน้ำหนักบรรทุกสินค้า เป็นต้น

4) ต้นทุนเที่ยวกลับ (Back Haul Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ได้รวมเอาลักษณะของค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) เข้าไปด้วย ถือเป็นค่าชดเชยที่ต้องทำให้เสียโอกาสขึ้น ในกรณีของการขนส่ง หมายถึง การที่ต้องบรรทุกผู้โดยสาร สินค้าหรือบริการ ไปส่งยังจุดหมายปลายทางแล้วในเที่ยวกลับนั้นไม่ได้บรรทุกอะไรกลับมาเลย กรณีนี้จึงต้องมีการคิดถึงต้นทุนเที่ยวกลับรวมไว้ในการคิดต้นทุนค่าบริการขนส่งด้วย ซึ่งในบางครั้งลักษณะเช่นนี้ ถือเป็นการสูญเปล่าได้เกิดขึ้นและถือเป็นการขนส่งที่ไม่ทำให้เกิดการประหยัดอีกด้วย ผู้ประกอบการขนส่งต้องคำนึงถึงต้นทุนเที่ยวกลับด้วย หรือในกรณีของธุรกิจที่มีรถบรรทุกสินค้าเองก็ควรคำนึงถึงต้นทุนนี้ด้วยเช่นกัน

ต้นทุนของการขนส่งจะแตกต่างกันมากน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของเส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง
2. ระยะทางและระยะเวลาของการขนส่ง
3. อุปกรณ์และมาตรฐานต่างๆ ในการขนส่ง
4. ลักษณะของสินค้าและบริการที่จะทำการขนส่ง
5. สภาพแวดล้อมและภูมิประเทศที่จะทำการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แบบจำลอง

แบบจำลอง (Model) เป็นตัวแทนของสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ในรูปแบบให้เข้าใจง่าย ซึ่งปัญหาที่มีความซับซ้อนมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องด้วยมากมายในการตัดสินใจแต่ละครั้ง หากมีการนำรายละเอียดทุกอย่างมาพิจารณาอาจทำให้ตัดสินใจได้ไม่ทันเวลา การสร้างแบบจำลองเป็นการนำเอาลักษณะสำคัญของปัญหาที่ซับซ้อนมาศึกษาเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาได้ครบถ้วน โดยแบบจำลองอาจอยู่ในรูปของวัตถุหรืออาจอยู่ในรูปและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

2.3.1 แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นและใช้วิเคราะห์โดยอาศัยคณิตศาสตร์ มักมีจุดประสงค์เพื่อการตัดสินใจ แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบจำลองที่ต้องการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเสมอไป โดยบางแบบจำลองอาจจะเป็นการอธิบายอินพุต (Input) กับเอาต์พุต (Output) เท่านั้น การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ทำได้ไม่ยากนักแต่อาจไม่ได้ผลลัพธ์สุดท้ายที่ต้องการทั้งที่ในทางปฏิบัติทุกกรณีตัวเลขนำไปสู่การตัดสินใจ

2.3.2 แบบจำลองเพื่อการตัดสินใจ (Decision Model) เป็นแบบจำลองที่มีผลลัพธ์ใช้ประกอบการตัดสินใจปรากฏอยู่ที่ใดที่หนึ่ง เป็นแบบจำลองที่ใช้ในกระบวนการตัดสินใจ อย่างไรก็ตามต้องไม่ลืมว่าผู้ตัดสินใจไม่จำเป็นต้องตัดสินใจตามผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง ผู้ตัดสินใจอาจมีปัจจัยอื่นที่คำนึงถึงแต่ไม่มีอยู่ในแบบจำลองหรือไม่สามารถนำเข้ามาไว้ในแบบจำลองได้ โดยแบบจำลองที่ดีที่สุดมีความมุ่งหมายในการหาค่าผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากทางเลือกทั้งหมดที่มี

2.3.3 แบบจำลองบนสเปรดชีต (Spreadsheet Model) สเปรดชีตใช้จัดข้อมูลให้อยู่ในแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งอาจเป็นตัวหนังสือ ตัวเลข หรือความสัมพันธ์ทางตรรกะ แล้วสร้างความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลต่างๆ เหล่านั้นเข้าด้วยกัน ความสามารถที่หลากหลายบนสเปรดชีตทำให้เหมาะต่อการสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ แบบจำลองบนสเปรดชีตแสดงได้กระชับและครบถ้วนแต่มีความซับซ้อนในตัวของมันเอง นอกจากนี้การไม่มีรูปแบบมาตรฐานเป็นที่ยอมรับในรูปแบบเดียวในการสร้างแบบจำลองบนสเปรดชีตเป็นสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้เกิดความสับสนได้ง่าย แม้ว่าแบบจำลองเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดต่างต้องแสดงถึงตัวแปรตัดสินใจ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเงื่อนไขบังคับ อย่างไรก็ตาม ยังเปิดทางให้มีอิสระอีกมากมาย เช่น การวางรูปแบบแบบจำลองให้สามารถสะดวกต่อการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลง ความสามารถเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด แต่บางครั้งทำให้ผู้อื่นที่มิได้เป็นผู้สร้าง แบบจำลองเข้าใจได้ยาก ดังนั้นแบบจำลองบนสเปรดชีตจึงมิได้สร้างขึ้นมาเพื่อการคำนวณประการเดียวแต่ยังใช้เพื่อการสื่อสารทำความเข้าใจต่อผู้อื่นโดยเฉพาะผู้ที่นำแบบจำลองไปใช้เพื่อการตัดสินใจ การสร้างแบบจำลองบนสเปรดชีตเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดไม่มีรูปแบบตายตัว ทำให้ระบบระเบียบของแต่ละแบบจำลองแตกต่างกันออกไป บางครั้งอาจดูง่ายในมุมมองผู้สร้างแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่อาจทำให้เข้าใจยากในมุมมองผู้ใช้ ผู้สร้างแบบจำลองต้องตัดสินใจว่าปัญหานั้นมีตัวแปรตัดสินใจอะไรบ้าง ฟังก์ชันวัตถุประสงค์คืออะไร จำเป็นต้องใช้เงื่อนไขบังคับทั้งหมดเท่าใด จะวางรูปแบบจำลองอย่างไร จะเชื่อมโยงทุกเซลล์ที่ใช้ในสเปรดชีตเข้ากันด้วยสูตรที่เหมาะสมได้อย่างไร โดยปกติการสร้างแบบจำลองมักเริ่มจากการจัดข้อมูลลงบนสเปรดชีต เช่น สัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ สัมประสิทธิ์ของเงื่อนไขบังคับ ค่าด้านขวามือของเงื่อนไขบังคับ โดยก่อนที่จะวางข้อมูลลงบนสเปรดชีตให้นึกถึงภาพแบบจำลองในใจว่าจะวางข้อมูลลักษณะอย่างไร ออกแบบตารางคำนวณอย่างไร ตัวแปรตัดสินใจ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ควรอยู่ที่ใด การคำนวณอยู่ที่ใด คำนวณอะไรก่อนหลัง จากนั้นจึงพิมพ์ข้อมูลและสร้างสูตรคำนวณลงในเซลล์แต่ละเซลล์ตามค่าเงื่อนไขบังคับแต่ละข้อเชื่อมโยงไปยังเซลล์ที่เป็นที่อยู่ของตัวแปรตัดสินใจ โดยปกติแล้วสูตรเซลล์ที่คำนวณค่าเงื่อนไขบังคับจะมีโครงสร้างคล้ายกัน ขั้นตอนการวางรูปแบบจำลองนั้นจึงถือเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุด ด้วยเหตุนี้ก่อนการวางรูปแบบจำลองลงบนสเปรดชีตอาจอธิบายสถานการณ์ในรูปสมการพีชคณิตให้เห็นภาพรวมของปัญหาเสียก่อน

สเปรดชีต เอ็กเซล แทนตัวแปรตัดสินใจด้วยเซลล์ที่เปลี่ยนค่าไปเพื่อให้ได้ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ดีที่สุด โดยเซลล์ตัดสินใจนี้ต้องยอมให้ค่าตัวเลขเปลี่ยนแปลงไปอย่างอิสระ ค่าตัวเลขในเซลล์ต้องไม่ได้มาจากผลการคำนวณด้วยสูตร ส่วนฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในเซลล์แทนด้วยเซลล์วัตถุประสงค์ ซึ่งมิได้มีเพียงเซลล์เดียวเท่านั้น อาจเป็นเซลล์ที่ให้ค่ากำไร ต้นทุนรวม ระยะทางรวม เป็นต้น เซลล์นี้จะต้องโยงความสัมพันธ์กับเซลล์ที่เปลี่ยนค่าได้ ค่าที่เซลล์วัตถุประสงค์จะเปลี่ยนค่าตามไปด้วย นอกจากนี้ในแบบจำลองจะต้องมีเซลล์และสูตรในเซลล์ที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นเงื่อนไขบังคับ เงื่อนไขบังคับที่มักใช้กันเป็นปกติคือเงื่อนไขบังคับที่ไม่ให้ค่าเป็นลบ เป็นเงื่อนไขที่กำหนดให้เซลล์ที่เปลี่ยนค่าไปต้องมีค่าไม่เป็นลบ คือต้องเป็นบวก ที่มาของเงื่อนไขบังคับนี้ปกติแล้วเนื่องจากเหตุผลทางกายภาพ (ศักดิ์สิทธ์ ศุขสุเมฆ, 2557)

2.4 กำหนดการเชิงเส้น

2.4.1 ความหมายและความสำคัญของกำหนดการเชิงเส้น

กำหนดการเชิงเส้น คือ รูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization Problems) ซึ่งอาจเป็นค่าต่ำสุดหรือสูงสุดตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming) ในการอธิบายปัญหา โดยในปี ค.ศ. 1947 นักคณิตศาสตร์ชาวอเมริกันชื่อ จอร์จ แดนต์ซิก (George B. Dantzig) ได้พัฒนาวิธีการสำหรับหาผลเฉลยของ LP ที่เรียกว่า ซิมเพล็ก อัลกอลิซึม (Simplex Algorithm) ซึ่งนับตั้งแต่นั้นมา LP ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในธุรกิจหรืออุตสาหกรรมประเภทต่างๆ มากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาทิเช่น ธุรกิจธนาคาร ธุรกิจสายการบิน ธุรกิจบริการโลจิสติกส์ อุตสาหกรรมเกษตร อุตสาหกรรมป่าไม้ อุตสาหกรรมการผลิต เป็นต้น แบบจำลอง LP ประกอบด้วย ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) ซึ่งเป็นฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear Function) และเงื่อนไขบังคับ (Constraints) ต่างๆ ซึ่งเป็นสมการเชิงเส้น (Linear Equation) หรืออสมการเชิงเส้น (Linear in Equation) (อภิชัย ฤตวิรุฬห์, 2555)

จุฑารัตน์ บุษยารักษ์ (2553) การหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) สามารถทำได้โดยการใช้เครื่องมือที่เรียกว่าการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ซึ่งเป็นวิธีที่รู้จักกันดีในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดที่เรียกว่าการโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming) โดยสามารถนำการโปรแกรมเชิงเส้นมาใช้งานร่วมกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจได้ การโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นเทคนิคที่รู้จักกันแพร่หลายในส่วนของการวิจัยดำเนินงานทั้งนี้เพราะว่าในหลายวงการได้นำวิธีการนี้มาใช้และประสบความสำเร็จแล้วอย่างมากมาย นักบริหาร วิศวกรหรือนักวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ หน่วยงานได้ประยุกต์ใช้วิธีการทางโปรแกรมเชิงเส้นตรงในการแก้ปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยหรือทรัพยากร (Allocating Resource) ปัจจัยหรือทรัพยากรมีความหมายรวมถึงวัตถุดิบ กำลังคน เครื่องจักร เวลา สถานที่ เงินตราหรือความรู้ ความสามารถต่างๆ ปัญหาในการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรเกิดขึ้นเมื่อเราต้องการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดทั้งขนาด ปริมาณและขอบเขตการใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่การตัดสินใจให้เกิดผลการดำเนินงานสูงสุดของระบบองค์กรหรือโครงการ การจัดสรรปัจจัยให้เกิดผลการดังกล่าวอาจทำได้หลายทางและหลายรูปแบบซึ่งมักจะให้ผลลัพธ์ออกมาเหมือนกัน

2.4.2 ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบของปัญหา

การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในทางธุรกิจ อุตสาหกรรม หรือภาครัฐ นักวิเคราะห์ระบบต้องศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้เข้าใจถึงปัญหาอย่างแท้จริง พิจารณาข้อจำกัด สมมติฐาน และวัตถุประสงค์ของการศึกษาปัญหาเสียก่อน แล้วจึงนำรายละเอียดต่างๆ มาสร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น ขั้นตอนการสร้างตัวแบบของปัญหาสามารถสรุปได้ดังนี้ (พัชราภรณ์ เนียมมณี, 2551)

1. กำหนดตัวแปรตัดสินใจ (Defining Decision Variables) ตัวแปรตัดสินใจ หมายถึง กิจกรรมที่ผู้ตัดสินใจสนใจค่าของตัวแปรตัดสินใจที่เหมาะสม คือ ปริมาณของกิจกรรมที่ควรจะกระทำ ผู้ตัดสินใจจะนำค่าของตัวแปรนี้เพื่อไปใช้ประกอบการตัดสินใจในแต่ละปัญหาตัวแปรตัดสินใจอาจแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของปัญหา เช่น ปัญหาด้านการลงทุน เราอาจต้องการทราบว่าควรลงทุนในธุรกิจแต่ละประเภทจำนวนเท่าใด ปัญหาด้านการผลิตเราต้องการทราบว่าควรผลิตสินค้าแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลาเป็นจำนวนเท่าใด เป็นต้น ตัวแปรตัดสินใจอาจเป็นตัวแปรมิติเดียวหรือหมายมิติก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา เช่น ปัญหาการลงทุนข้างต้นอาจกำหนดให้ X_j เป็นตัวแปรตัดสินใจ แทนจำนวนเงินลงทุนที่จัดสรรให้กับธุรกิจประเภทที่ j สำหรับปัญหาการวางแผนการผลิตที่กล่าวข้างต้น อาจกำหนดให้ X_{ij} เป็นตัวแปรตัดสินใจ แทนปริมาณการผลิตสินค้า i ในช่วงเดือนที่ j เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดฟังก์ชันเป้าหมายหรือฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Defining Objective Function) เป็นการกำหนดเป้าหมายของตัวแบบ เพื่อให้สามารถหาค่าของตัวแปรตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุดซึ่งทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้มากที่สุด โดยทั่วไปเราจะต้องระบุถึงทิศทางของฟังก์ชันนี้ เช่น เป้าหมายการหาค่าสูงสุด หรือ เป้าหมายการหาค่าต่ำสุด เป็นต้น

3. กำหนดข้อจำกัดของปัญหา (Identifying Constraints) เป็นการกำหนดข้อจำกัดของปัญหาในเทอมของตัวแปรตัดสินใจ โดยทั่วไปข้อจำกัดพื้นฐานของปัญหาการหาค่าสูงสุด คือ ปริมาณทรัพยากรที่มีอยู่ ปริมาณสูงสุดที่เป็นไปได้ของตัวแปรตัดสินใจ ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ (Product Specifications) เป็นต้น ข้อจำกัดพื้นฐานสำหรับปัญหาการหาค่าต่ำสุด ได้แก่ ปริมาณต่ำสุดของตัวแปรตัดสินใจ ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ปริมาณทรัพยากรที่มีอยู่

4. สร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น (Developing Linear Programming Models) หลังจากได้กำหนดตัวแปรตัดสินใจและข้อจำกัดต่างๆ แล้ว จะนำเอาฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัดมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อให้สามารถหาผลเฉลย (Solution) ที่สอดคล้องกับข้อจำกัดและทำให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่าดีที่สุด

5. ตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) เป็นการตรวจสอบว่าตัวแบบที่สร้างขึ้นนี้มีความถูกต้องหรือไม่ กล่าวคือ ต้องตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรตัดสินใจ ข้อจำกัดต่างๆ และฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้นั้นว่าสอดคล้องกับปัญหาที่กำหนดไว้และครบถ้วนหรือไม่ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ มีค่าที่ถูกต้องหรือไม่ หากตัวแบบที่สร้างขึ้นมีความผิดพลาดอันเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ เช่น ระบุความสัมพันธ์ไม่ครบถ้วน ความสัมพันธ์ไม่ถูกต้องค่าพารามิเตอร์ผิดพลาด เป็นต้น ผลเฉลยที่ได้จากตัวแบบนี้ไม่สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจหรือนำไปใช้วางแผนได้

2.4.3 วิธีแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น

โดยทั่วไปตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นตรงสำหรับปัญหาในทางธุรกิจและอุตสาหกรรมมักมีตัวแปรตัดสินใจจำนวนมาก ทำให้ตัวแบบมีความซับซ้อนขึ้น จึงนิยมนำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการหาผลเฉลย อย่างไรก็ตามเราควรจะเรียนรู้ลักษณะและวิธีการหาผลเฉลยอย่างง่ายเพื่อให้มีความเข้าใจถึงขั้นตอนของวิธีการหาผลเฉลย และสามารถเข้าใจการทำงานหรือผลเฉลยที่ได้จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยสำหรับตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่มีตัวแปรตัดสินใจเพียง 2 ตัวแปร เรานิยมอธิบายการหาผลเฉลยวิธีกราฟ หากจำนวนตัวแปรที่มากกว่า 2 ตัวแปร เราอาจใช้วิธีพีชคณิตหรือวิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) ที่มีพื้นฐานมาจากวิธีพีชคณิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาผลเฉลยโดยวิธีกราฟ การแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยวิธีกราฟเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด และเป็นวิธีที่ทำให้เข้าใจขั้นตอนพื้นฐานในการหาผลเฉลยเหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตาม การเขียนกราฟที่มีหลายมิติ (Dimension) อาจทำให้เกิดความยุ่งยากในการเขียนกราฟ ดังนั้นจึงนิยมใช้กับปัญหาที่มีตัวแปรตัดสินใจเพียง 2 ตัวแปร หรือ 3 ตัวแปรเท่านั้น หากจำนวนตัวแปรมากกว่านี้นิยมใช้วิธีซิมเพล็กซ์

แนวคิดของวิธีซิมเพล็กซ์ เมื่อเราสามารถปรับตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นที่อยู่ในรูปทั่วไปให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน สมมติว่าตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นมีตัวแปรตัดสินใจทั้งหมด n ตัว คือ $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$ ตัวแปรส่วนขาดทั้งหมด m ตัว คือ $s_1, s_2, s_3, \ldots, s_m$ และ มีข้อจำกัดทั้งหมด m โดยข้อจำกัดรูปแบบมาตรฐานสามารถเขียนได้ดังนี้

วัตถุประสงค์

ค่าสูงสุด $z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \ldots + c_nx_n$

ข้อจำกัดของปัญหา

$$
\begin{aligned}
a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n + s_1 &= b_1 \\
a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n \ldots + s_2 &= b_2 \\
&\vdots \\
a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n \ldots + s_m &= b_m \\
x_j &\geq 0, j = 1, 2, \ldots, n \\
s_i &\geq 0, i = 1, 2, \ldots, m
\end{aligned}
$$

ดังนั้น ตัวแบบนี้มีตัวแปรทั้งสิ้น $(n+m)$ ตัวแปร จากพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ถ้าจำนวนตัวแปร $(n+m)$ มากกว่าจำนวนสมการข้อจำกัด (m) แล้วไม่สามารถแก้สมการเพื่อหาค่าผลเฉลยได้ กล่าวคือ สามารถแก้สมการได้ก็ต่อเมื่อจำนวนตัวแปรน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนสมการข้อจำกัด ในกรณีที่จำนวนตัวแปรมากกว่าจำนวนสมการ $(n+m > m)$ เราต้องกำหนดค่าของตัวแปรอย่างน้อย $(n+m) - m = n$ ตัวแปรให้มีค่าคงที่ จึงจะสามารถแก้สมการหาค่าผลเฉลยได้สำหรับการโปรแกรมเชิงเส้น เรียกผลเฉลยที่สามารถหาค่าได้จากการแก้สมการนี้ว่า ผลเฉลยพื้นฐานโดยทั่วไป โดยจะกำหนดค่าของ n ตัวแปรนี้ให้เท่ากับศูนย์ และเรียกตัวแปรเหล่านี้ว่า ตัวแปรจร สำหรับตัวแปรอีก m ตัวแปรที่ได้จากการแก้สมการเรียกว่า ตัวแปรพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นด้วย Excel Solver

หลังจากสร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการประมวลผลตัวแบบเพื่อหาผลเฉลยเหมาะสมที่สุด ในทางปฏิบัติเราสามารถใช้ซอฟต์แวร์ต่างๆ ช่วยในการประมวลผล ในหัวข้อนี้ขอแนะนำวิธีการใช้ Microsoft Excel Solver เพื่อประมวลผลตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น Standard Excel Solver ที่มาพร้อมกับ Microsoft Excel จะสามารถใช้ได้กับจำนวนตัวแปรตัดสินใจไม่เกิน 200 ตัวแปร และ 100 ข้อจำกัด หากปัญหามีขนาดใหญ่กว่านั้นจะต้องใช้โปรแกรม Premium Solver ของบริษัท Frontline Systems โดยโปรแกรม Premium Solver สามารถแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นที่มีตัวแปรได้ถึง 2,000 ตัวแปร และ 1,000 ข้อจำกัด ถ้าปัญหาใหญ่กว่านี้ก็สามารถใช้ Premium Solver Platform ที่สามารถแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นที่มีตัวแปร ได้ถึง 8,000 ตัวแปร และ 8,000 ข้อจำกัด Taha (1997) Jensen (2004) และ Baker (2006) ได้แสดงวิธีการใช้ Microsoft Excel Solver ในการแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น

โซลเวอร์ (Solver) คือ เครื่องมือที่ช่วยในการคำนวณประเภทโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) โดยจะช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดและดีที่สุด (Optimization) จากข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่มีอยู่

โซลเวอร์ (Solver) เป็นโปรแกรมย่อย (Add-Ins) หนึ่งโปรแกรมของ Excel มีไว้เพื่อใช้ช่วยวิเคราะห์ปัญหาประเภทต้อการคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดย Solver สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่แท้จริงได้แต่ไม่เสมอไป เพราะบางครั้งให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในขอบเขตหนึ่ง บางครั้งอาจให้เพียงผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเท่าที่หาได้ภายในเวลาที่กำหนด อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติหรือในมุมมองของผู้ตัดสินใจผลลัพธ์ที่ได้นั้นเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่แท้จริงหรือไม่นั้น หรือจะเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดภายในขอบเขตหนึ่งไม่เป็นประเด็นสำคัญนัก เพียงขอให้ได้ผลลัพธ์ที่ทำให้การดำเนินการด้วยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในขณะนั้นเท่านั้น (ศักดิ์สิทธ์ ศุขสุเมฆ, 2557)

2.5.1 วิธีแก้ปัญหาการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด มี 3 วิธี คือ

1. วิธี Simplex LP ใช้แก้ปัญหาแบบจำลองที่เป็น Linear รวมถึงแบบจำลองที่บังคับให้เซลล์บางเซลล์หรือทุกเซลล์ตัดสินใจต้องเป็นจำนวนเต็ม และหรือเลขจำนวนไบนารี

2. วิธี Generalized Reduced Gradient (GRG) Nonlinear ใช้แก้ปัญหาแบบจำลองที่เป็นนอนลิเนียร์ เมื่อเซลล์วัตถุประสงค์ (เซลล์ที่แสดงค่าวัตถุประสงค์) และเงื่อนไขบังคับ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อนไปของเซลล์ตัดสินใจ

3. วิธี Evolutionary ใช้แก้ปัญหายากๆ ที่ต้องการผลลัพธ์ที่ดี (ใกล้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด) รวมทั้งปัญหาที่เซลล์วัตถุประสงค์ และหรือเงื่อนไขบังคับเป็นฟังก์ชันที่มีค่าไม่ต่อเนื่อง หรือไม่เปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปของเซลล์ตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดเป็นแบบจำลองลิเนียร์ เมื่อค่าในเซลล์วัตถุประสงค์เป็นฟังก์ชันลิเนียร์ของเซลล์ตัดสินใจ ค่าด้านซ้ายและด้านขวาของเงื่อนไขบังคับทุกข้อเป็นฟังก์ชันลิเนียร์ของตัวแปรตัดสินใจ และเซลล์ตัวแปรตัดสินใจมีค่าเป็นทศนิยมได้ (เมื่อไม่มีเงื่อนไขบังคับเป็นเลขจำนวนเต็ม) แบบจำลองลักษณะเช่นนี้วิธี Simplex LP เป็นวิธีที่ดีที่สุด หากวางรูปแบบปัญหาให้เป็นแบบจำลองลิเนียร์ได้และปัญหานั้นไม่ใหญ่เกินกว่าขีดจำกัดของ Solver คือ มีตัวแปรตัดสินใจหรือเซลล์ที่เปลี่ยนค่าไปเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดไม่เกิน 200 เซลล์ และมีเงื่อนไขบังคับไม่มากกว่า 100 ข้อ กรณีที่ตัวแปรตัดสินใจบางตัวหรือทุกตัวมีเงื่อนไขบังคับให้เป็นเลขจำนวนเต็ม ในทางทฤษฎีแล้ว Simplex LP สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้ แต่ในทางปฏิบัติแล้วปัญหายากๆ ที่มีเงื่อนไขบังคับให้ตัวแปรตัดสินใจเป็นเลขจำนวนเต็มอาจใช้เวลาเป็นชั่วโมง เป็นวัน หรือเป็นสัปดาห์กว่าจะได้ผลลัพธ์ ในแบบจำลองที่มีลักษณะเป็นนอนลิเนียร์ วิธี GRG Nonlinear สามารถใช้แก้ปัญหาหาได้ดีในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามมีข้อควรระวัง 2 ประการ ประการแรกการค้นหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดด้วยวิธีการนี้อาจจบลงที่ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดภายในขอบเขตหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นปัญหาที่ต้องการค่าสูงสุดหรือต่ำสุด โดยไม่สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่แท้จริงได้หากเริ่มต้นค้นหาจากจุดที่ไม่เหมาะสม แต่ใน Excel 2010 ได้แก้ข้อจำกัดดังกล่าวโดยมี Options Multi Start ทำให้ Solver เริ่มค้นหาผลลัพธ์จากจุดเริ่มต้นต่างกันไปเรื่อยๆ ทำให้มีโอกาสพบผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่แท้จริงได้ ประการที่สอง หากในแบบจำลองมีฟังก์ชัน IF, ABS, MAX, Min หรือฟังก์ชันแบบเดียวกันอื่นๆ ที่อ้างอิงเซลล์ตัวแปรตัดสินใจ แบบจำลองนี้ทำให้ค่าในเซลล์ตัดสินใจ เช่น เซลล์วัตถุประสงค์มีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอย่างฉับพลันไม่ค่อยเป็นค่อยไป จึงยากที่วิธี GRG Nonlinear จะหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้ สรุปแล้วทั้งวิธี Simplex LP และวิธี GRG Nonlinear แม้ว่าจะใช้แก้ปัญหาหลากหลายที่ต้องการผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้โดยไม่ยาก แต่มีปัญหาบางลักษณะไม่เหมาะสมที่จะใช้ทั้งวิธีทั้งสอง วิธี Evolutionary จึงเป็นวิธีที่สามที่สามารถเลือกใช้ได้เมื่อมีอุปสรรคจาก 2 วิธีแรก โดยปัญหาที่เหมาะสำหรับวิธีนี้ คือปัญหาที่ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่าไม่ต่อเนื่องหรือมีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงได้อย่างฉับพลันทันที โดยไม่เป็นไปตามแนวโน้มที่ผ่านมา

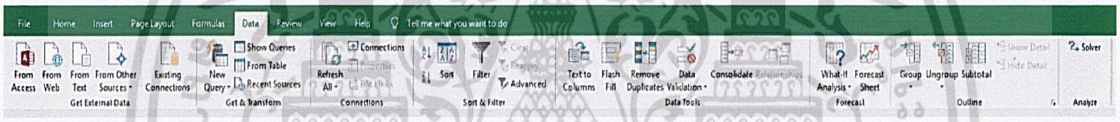
2.5.2 การเรียกใช้โปรแกรม Solver

ในการสร้างแบบจำลองสเปรดชีต (Spreadsheet) จัดเตรียมข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการหาผลลัพธ์ ข้อมูลที่ใช้ได้แก่ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรทั้งหมดที่ปรากฏในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Functions) ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทั้งหมดในข้อจำกัด (Constraints) จะต้องกำหนดไว้ในสเปรดชีตและควรจะมีการกำหนดคำอธิบายของค่าเหล่านี้ด้วย กำหนดเซลล์ในเสปรดชีตสำหรับตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) แต่ละตัว โดยควรที่จะเลือกวางในตำแหน่งเซลล์ที่สะดวกในการที่จะสามารถกำหนดสูตร (Formula) สำหรับเซลล์นั้นได้โดยง่าย และควรมีการกำหนดคำอธิบายสำหรับเซลล์เหล่านี้ด้วย กำหนดเซลล์สำหรับเสนอค่าที่จะได้จากการหาผลลัพธ์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และกำหนดสูตรของเซลล์ดังกล่าวโดยการแทนค่าสัมประสิทธิ์และตัวแปรตัดสินใจในสูตรที่กำหนดขึ้นด้วยตำแหน่งของเซลล์ที่ระบุค่าดังกล่าว กำหนดเซลล์สำหรับเสนอค่าของข้อจำกัดแต่ละอันและกำหนดสูตรของเซลล์เหล่านี้

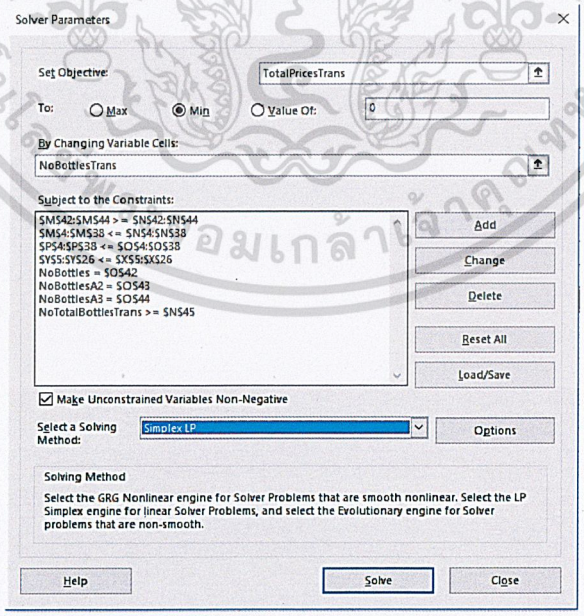
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการแทนค่าสัมประสิทธิ์และตัวแปรที่เกี่ยวข้องด้วยตำแหน่งเซลล์ที่ระบุค่าเหล่านั้นในสเปรดชีต หลังจากที่ได้สร้างแบบจำลองสเปรดชีตของปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การหาผลลัพธ์สำหรับไมโครซอฟท์ เอ็กเซล จะมีโปรแกรมเสริมของสเปรดชีต ซึ่งมีชื่อว่า โซลเวอร์ เพื่อใช้ในการคำนวณหาผลลัพธ์ ซึ่งในการใช้งานต้องมีการกำหนด พารามิเตอร์ (Parameter) และออฟชั่น (Options) ให้ถูกต้อง หลังจากนั้นโซลเวอร์ก็จะประมวลผลตามที่พารามิเตอร์และออฟชั่นที่กำหนดไว้ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงถึงค่าของตัวแปรตัดสินใจที่ทำให้เซลล์เป้าหมายมีค่าสูงสุด (Maximize) หรือต่ำสุด (Minimize) ตามที่กำหนดไว้ในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (พอเจตน์ จิตพิพัฒน์พงศ์ และ ชุมพล มณฑาทิพย์กุล, 2552)

ศักดิ์สิทธ์ ศุขสุเมฆ (2557) เริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมไมโครซอฟต์ เอ็กเซล โซลโวอร์ (Microsoft Excel Solver) โดยการป้อนค่าตัวแปรและฟังก์ชันที่ต้องการวิเคราะห์ลงในสเปรดชีต (Spreadsheet) ของโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล (Microsoft Excel) จากนั้นทำการเลือกคำสั่ง Solver จากเมนูเครื่องมือ (Tools) โดยการกดเลือกที่แถบข้อมูล (Data) และ เลือก Solver แสดงตามรูปที่ 2.2 จากนั้นจะปรากฏ Dialog Box Solver Parameter ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 แถบข้อมูลเมนู Solver

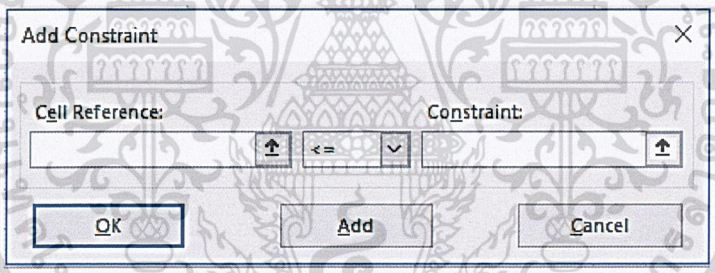


รูปที่ 2.3 Dialog Box Solver Parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน Dialog Box ของ Solver Parameter รูปที่ 2.3 มีรายการหลักที่ต้องให้ข้อมูลแก่ Solver ดังนี้

1. Set Objective ใส่ตำแหน่งเซลล์ที่เป็นที่อยู่ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์โดยมีได้เซลล์เดียว
2. To เลือก Max เมื่อต้องการให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่ามากสุดหรือสูงที่สุด เลือก Min เมื่อต้องการให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่าน้อยสุดหรือต่ำที่สุด เลือก Value Of เมื่อต้องการให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่าเท่ากับค่าใดค่าหนึ่งแล้วใส่ค่านั้นลงในช่องว่างด้านขวา
3. By Changing Variable Cells ใส่ตำแหน่งเซลล์ที่เป็นตัวแปรตัดสินใจ ปกติแล้วมักมีหลายเซลล์
4. Subject to the Constraints ช่องว่างด้านซ้ายเป็นที่ใส่เงื่อนไขบังคับ มักมีหลายข้อแต่เขียนรวมกันเป็นกลุ่มได้ เช่น $N$7:$N$14 >= 0 หรือเขียนรวมกันได้เป็นกลุ่มหลายชุด ส่วนด้านขวามีรายการให้เลือก โดยเลือกที่ Add เมื่อต้องการเพิ่มเงื่อนไขบังคับลงในช่องด้านซ้าย จะได้ Dialog Box Add Constraints ตามรูปที่ 2.4 ซึ่งเงื่อนไขบังคับมีได้ต่างกัน 6 แบบ ด้วยกัน คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ (<=) มากกว่าหรือเท่ากับ (>=) เท่ากับ (=) เลขจำนวนเต็ม (Int / Integer) ศูนย์หรือหนึ่ง (Bin / Binary) และเลขจำนวนเต็มไม่ซ้ำกัน เริ่มตั้งแต่ 1 เรียงกันไป

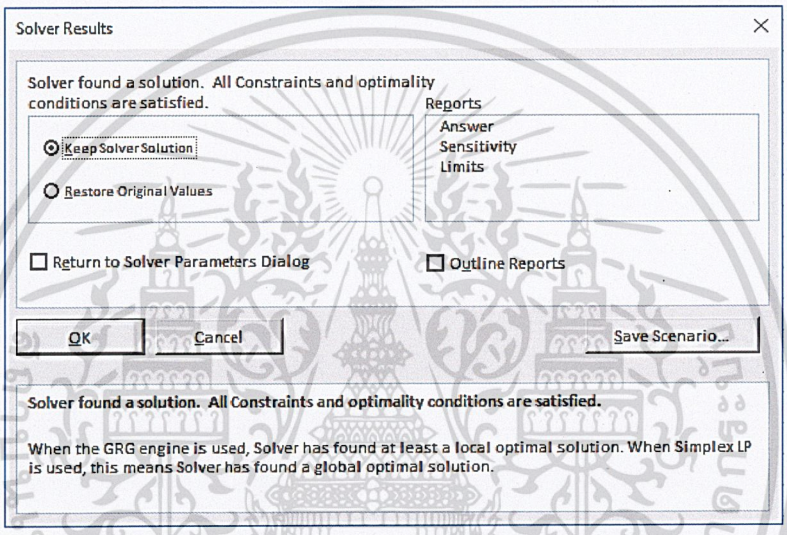


รูปที่ 2.4 Dialog Box ของ Change Constraint

5. Select a Solver Method เลือกใช้วิธีแก้ปัญหาโดยมี 3 วิธี คือ
    1) Simplex LP ใช้แก้ปัญหาที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเงื่อนไขบังคับทั้งหมดเป็นลิเนียร์
    2) Generalized Reduced Gradient (GRG) Nonlinear ใช้แก้ปัญหาที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเงื่อนไขบังคับบางข้อเป็นนอนลิเนียร์ ฟังก์ชันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปและต่อเนื่อง
    3) Evolutionary ใช้แก้ปัญหาฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่มีค่าไม่ต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การ Solve โดยกดปุ่ม Solve เพื่อเริ่มกระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลใน Worksheet ในขณะที่ Solver ทำการวิเคราะห์จะปรากฏข้อความบนแถบแสดงสถานะ โดย Solver จะป้อนค่าทดลองลงในเซลล์เปลี่ยนแปลง แล้วทำการคำนวณและทดสอบผลลัพธ์โดยทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณซ้ำในรอบที่ติดกัน เพื่อให้ได้ชุดของค่าที่ตรงกับจุดประสงค์และถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนด เมื่อได้คำตอบที่ดีที่สุด Solver จะแสดง Dialog Box ของ Solver Results ขึ้นดังรูปที่ 2.5



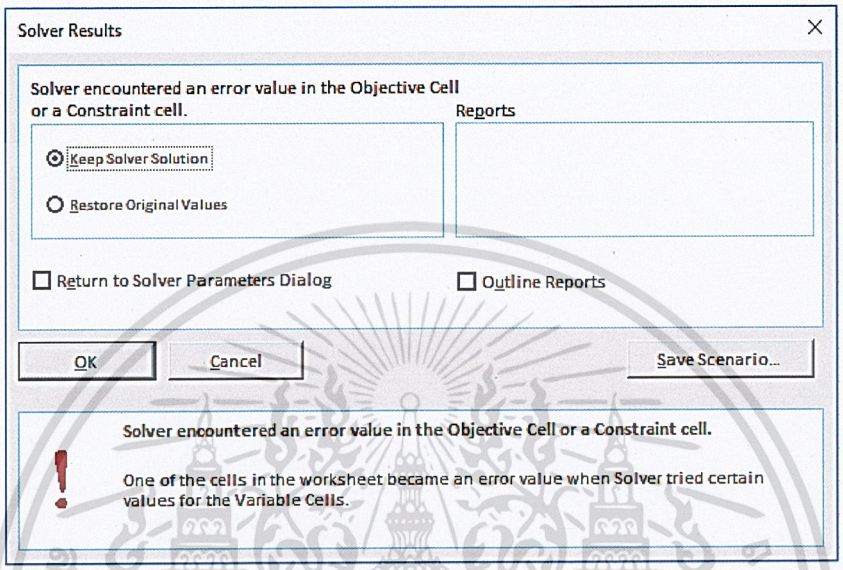
รูปที่ 2.5 Dialog Box ของ Solver results เมื่อได้คำตอบ

เราสามารถเก็บค่าในการวิเคราะห์ไว้ใน Worksheet โดยเลือกที่ Keep Solver Solution หรือหากต้องการค่าก่อนการวิเคราะห์ทำได้โดยเลือก Restore Original Values และหากต้องการให้สรุปการวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบของรายงาน สามารถทำได้ 3 รูปแบบโดยการเลือก Reports ได้แก่

1) Answer เป็นรายงานคำตอบ สรุปผลการวิเคราะห์ทั้งหมด คือ เซลล์เป้าหมาย เซลล์ตัวแปร และเซลล์เงื่อนไข รายงานนี้ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับสถานะของเงื่อนไข
2) Sensitivity เป็นรายงานความไวของเป้าหมายต่อการเปลี่ยนแปลงในเงื่อนไขประกอบด้วยส่วนของเซลล์เปลี่ยนแปลงและเซลล์เงื่อนไข
3) Limits เป็นรายงานข้อจำกัด แสดงว่าตัวแปรสามารถเพิ่มหรือลดลงได้มากน้อยเท่าใดโดยไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไข ซึ่งจะแสดงค่าที่ดีที่สุด ค่าที่น้อยที่สุด และค่าที่มากที่สุด สำหรับเซลล์ตัวแปรแต่ละเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่หากกระบวนการไม่สามารถหาคำตอบได้ Solver จะแสดง Dialog Box ของ Solver Results ขึ้นดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 Dialog Box ของ Solver results เมื่อไม่ได้คำตอบ

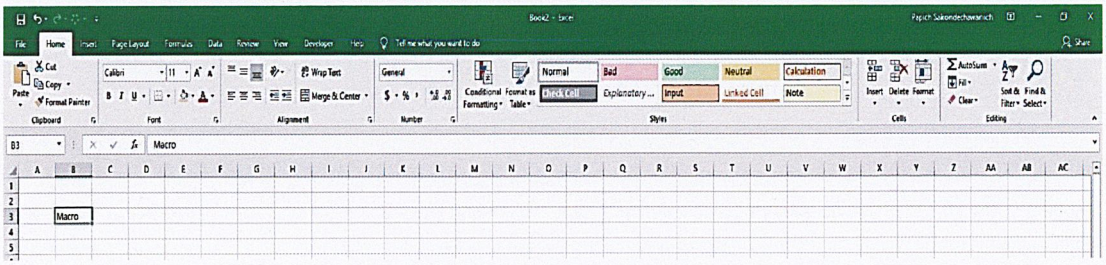
2.6 Macro and Excel VBA

มาโคร (Macro) เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือใน Excel โดยเราสามารถกำหนดให้เอ็กเซลทำงานที่เราทำอยู่ประจำให้เป็นอัตโนมัติ เช่น การจัดรูปแบบเซลล์ การจัดรูปแบบข้อมูล การสร้างสูตรหรือประมวลผลในฟังก์ชันต่าง ๆ โดยเพียงแค่บันทึกขั้นตอนทำงานจนเสร็จแล้วเก็บ Macro นั้นไว้ในไฟล์ Excel เมื่อเรียกใช้งาน Macro ดังกล่าว Excel จะทำงานตามขั้นตอนที่บันทึกไว้อย่างอัตโนมัติ นอกจากการบันทึก Macro ที่ทำให้ Excel ทำงานอัตโนมัติ เรายังสามารถเขียนโปรแกรมภาษา VBA (Visual Basic for Applications) ซึ่งมีโครงสร้างเช่นเดียวกับภาษา Visual Basic การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา VBA ใน Excel มีข้อดีกว่าการบันทึก Macro ให้ทำงานตามที่ต้องการ เนื่องจาก Macro ไม่สามารถสร้างระบบงานบางอย่างได้ แต่การเขียนโค้ด VBA สามารถทำได้ เช่น การเชื่อมต่อฐานข้อมูลโดยมีเงื่อนไขการค้นหาข้อมูล การสร้างเมนูเพิ่มใน Excel และการสร้างระบบงานใน Excel ที่เหมือนโปรแกรมสำเร็จรูป (ดุสิต กอปรรักชาติ, 2556)

2.6.1 การสร้างมาโคร (Macro)

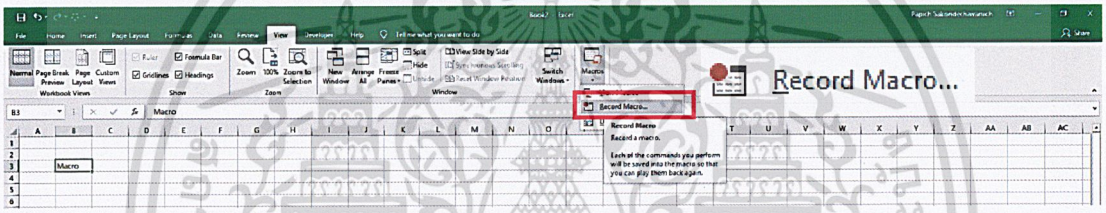
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พิมพ์ข้อความ “Macro” ในเซลล์ใดก็ได้ใน Worksheet จากรูปที่ 2.7 เลือกพิมพ์ในเซลล์ B3



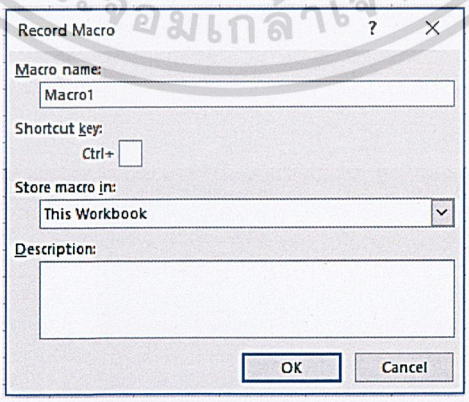
รูปที่ 2.7 ขั้นตอนที่ 1 ของการสร้าง Macro

2. ไปที่ View >> Macros >> Record Macro...



รูปที่ 2.8 ขั้นตอนที่ 2 ของการสร้าง Macro

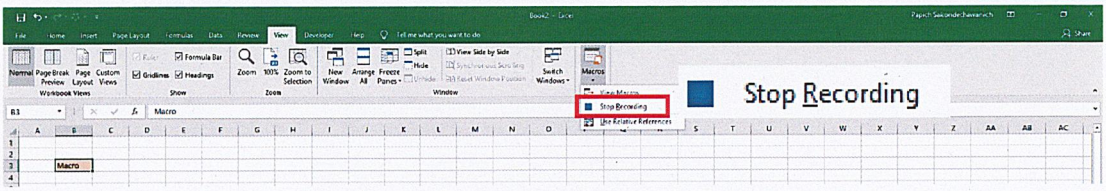
3. หลังจากที่กด Record Macro... จะขึ้นหน้าต่างดังรูปที่ 2.9 ให้ตั้งชื่อ Macro ในช่อง Macro name: จากนั้นให้กด OK ขั้นตอนถัดไปให้ทำงานตามที่ต้องการให้ Macro บันทึก ซึ่ง Macro จะทำการบันทึกทุกขั้นตอนหลังจากนี้จนจะหยุดดำเนินการ



รูปที่ 2.9 ขั้นตอนที่ 3 ของการสร้าง Macro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เลือก “Stop Recording” เพื่อสิ้นสุดการบันทึกขั้นตอนการทำงาน



รูปที่ 2.10 ขั้นตอนที่ 4 ของการสร้าง Macro

2.6.2 พื้นฐาน VBA (Visual Basic for Application)

การสร้าง Macro ช่วยให้สามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น โดยเฉพาะงานที่ต้องทำเป็นประจำ เช่น การสรุปรายงาน การจัดรูปแบบเซลล์ หรือ Worksheet แต่งานบางอย่างไม่สามารถบันทึก Macro เพื่อให้ Excel ทำงานได้ โดยเป็นลักษณะงานที่มีเงื่อนไขซับซ้อนเพิ่มขึ้นมา ในลักษณะนี้ต้องเขียน Code VBA ใน Excel จึงจะสามารถทำงานดังกล่าวได้ นอกจากนี้ยังสามารถปรับแต่งเมนูของ Excel ให้เหมือนโปรแกรมสำเร็จรูปได้อีกด้วย

VBA (Visual Basic for Application) เป็นภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของโปรแกรม Microsoft Office โดยโครงสร้างภาษาเหมือนกับภาษา Visual Basic แต่มีส่วนเพิ่มเติมในการอ้างอิงองค์ประกอบในโปรแกรม Microsoft Office

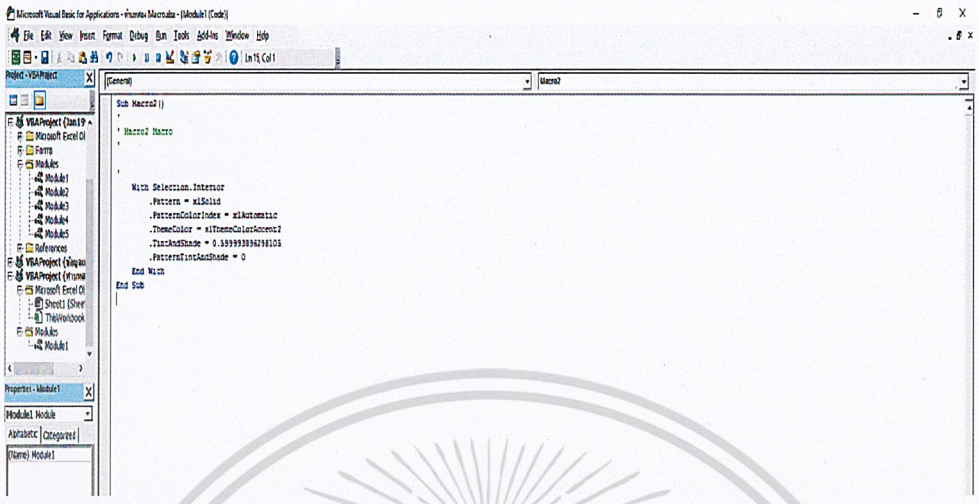
องค์ประกอบพื้นฐานของการเขียนโปรแกรมใน Excel ประกอบไปด้วย

1. Workbook เป็นส่วนที่ใหญ่ที่สุดสำหรับเก็บข้อมูลไฟล์ทั้งหมดภายในประกอบด้วย Worksheet
2. Worksheet เป็นแผ่นงานที่ลักษณะเหมือนตารางที่มีแถวและคอลัมน์ตัดกัน ซึ่งส่วนที่ตัดกันมีลักษณะเป็นช่องๆ ไว้สำหรับป้อนข้อมูลเรียกว่าเซลล์ Modules เป็นส่วนที่ใช้เก็บคำสั่ง รหัส รวมทั้ง Macro ที่บันทึกไว้ เพื่อให้สามารถเรียกขึ้นมาใช้งานได้ภายหลัง

การสร้างโปรแกรมใน Excel ด้วย VBA

หลังจากที่สร้าง Macro ขึ้นมา โปรแกรม Excel จะสร้าง Code VBA ขึ้นมาให้อัตโนมัติ โดยเก็บอยู่ในโปรแกรมย่อย หรือ โพซีเยอร์ (Procedure) ในส่วนของ Modules ดังแสดงตามรูปที่ 2.11 ซึ่งในการเรียกดูให้ กด Alt+F11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 Code VBA ที่เก็บไว้ใน Module หลังการบันทึก Macro

โดยโปรแกรมโพซีเยอร์จริงๆ แล้วก็คือ Macro ที่เรียกใช้งานนั่นเอง โดยสังเกตได้จากเมื่อเรียก Macro ที่สร้างขึ้น ชื่อที่เรียกใช้งานจะเป็นชื่อเดียวกับชื่อของโพซีเยอร์ ดังแสดงตามรูปที่ 2.11 ดังนั้น โปรแกรมย่อยหรือโพซีเยอร์ คือกลุ่มของชุดคำสั่ง VBA ที่ทำให้ Excel ทำงานตามต้องการ ซึ่งชุดคำสั่ง Code VBA ในโพซีเยอร์อาจถูกสร้างด้วยวิธีการบันทึก Macro ใน Excel หรือถูกสร้างโดยผู้ใช้งานเอง โดยวิธีเรียกใช้โพซีเยอร์ ก็คือการเรียกใช้ Macro ใน Excel นั่นเอง (ดุสิต กอปรรักชาติ, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานของการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์คือสร้างแบบจำลองเพื่อช่วยให้ TBR จัดเส้นทางขนส่งขวดจากแหล่งต้นทางไปยังแหล่งปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเพื่อตอบสนองความต้องการของบริษัท นั่นคือการเกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งขวดที่คุ้มค่าที่สุด โดยเนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วยหัวข้อหลักๆ ดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัท

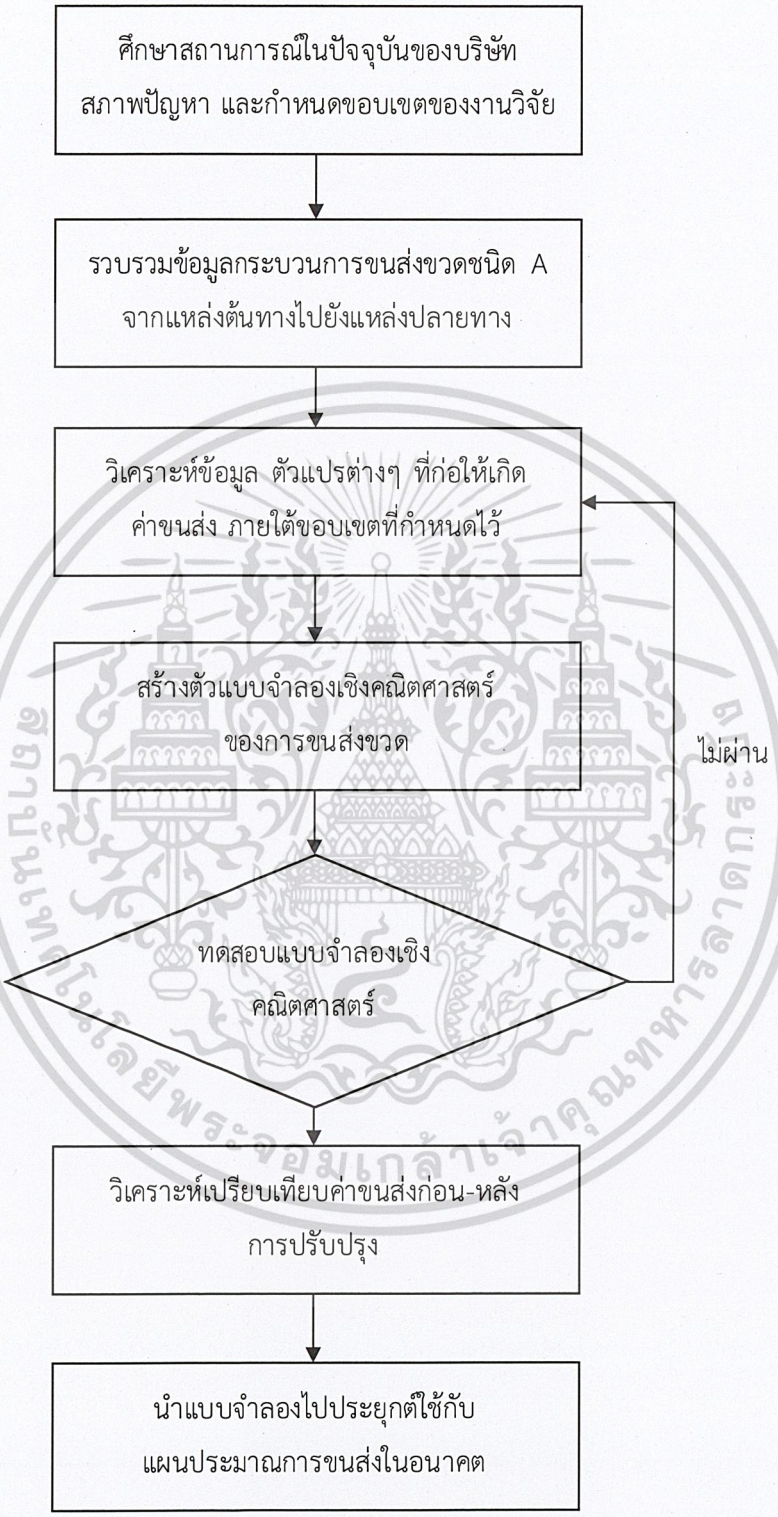
3.2 การศึกษาปัญหาและกำหนดขอบเขตของงานวิจัย

3.3 การรวบรวมข้อมูล

3.4 การสร้างตัวแบบจำลองจัดเส้นทางขนส่ง

การดำเนินงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้เริ่มจากขั้นตอนการศึกษาสถานการณ์ในปัจจุบันของบริษัทและสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งกำหนดขอบเขตของข้อมูล โดยรวบรวมข้อมูลกระบวนการขนส่งขวดชนิด A จากแหล่งต้นทางไปยังแหล่งปลายทาง วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาภายใต้ขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ และนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์แล้วนั้นมาสร้างตัวแบบจำลอง โดยเริ่มจากการสร้างตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ และเมื่อได้ตัวแบบจำลองแล้วนั้นก็จะเอาไปคำนวณหาการจัดเส้นทางขนส่งด้วยโปรแกรม Excel Solver ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สะดวกต่อการใช้งาน หลังจากนั้นได้นำข้อมูลการขนส่งย้อนหลังของปี พ.ศ. 2561 มาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบค่าขนส่งก่อน-หลังการปรับปรุง ขั้นตอนสุดท้ายได้นำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับแผนประมาณการยอดรับซื้อและแผนบรรจุในอนาคต กระบวนการที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้สามารถจัดรูปแบบขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

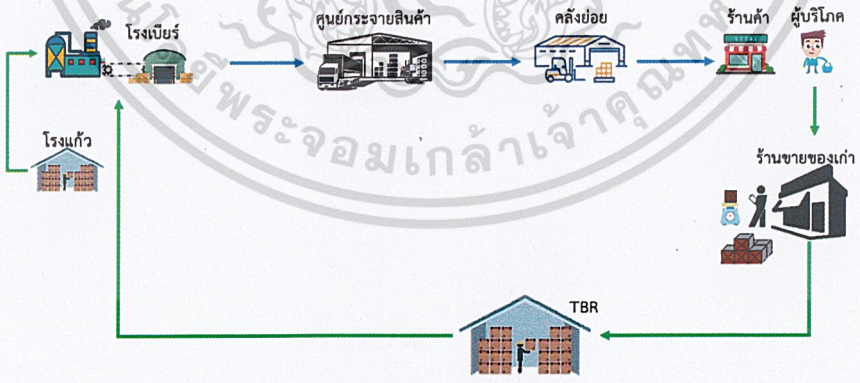


รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัท

บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งขึ้นเพื่อรวบรวมกิจการที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจเบียร์และสุราชั้นนำของไทย ปัจจุบันยังขยายขอบเขตธุรกิจจากเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ไปสู่เครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์และอาหาร แต่ผลิตภัณฑ์เบียร์ก็ยังเป็นตัวที่สร้างมูลค่ามากที่สุดให้กับองค์กรแห่งนี้ ซึ่งโรงงานที่ทำหน้าที่ในการผลิตเบียร์มีอยู่ทั้งหมด 3 แห่งในประเทศไทย ซึ่งวัตถุดิบประเภทขวดเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการบรรจุเบียร์เพื่อนำออกจำหน่ายสู่ผู้บริโภค ดังนั้นจึงเกิดบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด (TBR) ขึ้น เนื่องจากTBR ทำหน้าที่ในการจัดหา จัดซื้อ วัตถุดิบประเภทขวดให้เพียงพอต่อการใช้ในกระบวนการผลิตเบียร์และสุรา หลังจากที่บริษัทได้จัดหา จัดซื้อ ขวดมาได้ก็จะทำการคัดขวดที่ดีไว้และขนส่งไปให้โรงเบียร์และโรงสุราเพื่อใช้บรรจุเบียร์และสุราต่อไป เมื่อโรงเบียร์ทำการผลิตแล้วได้ผลิตภัณฑ์เบียร์ออกมา ก็จะทำการจัดส่งไปที่ศูนย์กระจายสินค้า เพื่อจัดส่งไปที่คลังสินค้าย่อย หลังจากนั้นจัดส่งตัวผลิตภัณฑ์ไปตามร้านค้าที่ต้องการจำหน่ายเบียร์และสุรา ซึ่งผู้บริโภคที่ต้องการบริโภคเบียร์ก็สามารถมาซื้อได้ตามร้านค้าที่กระจายตัวอยู่ทั่วประเทศไทย หลังจากที่บริโภคแล้วนั้นผู้บริโภคยังสามารถนำขวดเปล่าไปขายให้ร้านรับซื้อขวดเก่า หรือร้านรับซื้อของเก่าได้ เพราะร้านเหล่านี้จะรับซื้อขวดและบรรจุลงกล่องแล้วนำไปส่งขายต่อที่สถานที่รับซื้อขวดของ TBR ซึ่งมีอยู่หลายแห่งกระจัดกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย หลังจากนั้น TBR ก็จะคัดกรองขวดที่มีคุณลักษณะตรงตามมาตรฐานที่ตั้งไว้เพื่อส่งต่อไปยังปลายทาง TBR ที่อยู่ใกล้โรงเบียร์มากที่สุดและสุดท้ายทำการส่งไปที่โรงเบียร์ให้ทำความสะอาดอย่างพิถีพิถันเพื่อใช้ประกอบในการผลิตและจัดจำหน่ายต่อ ซึ่งสถานการณ์ที่ได้กล่าวไปทั้งหมดนั้นขอนำเสนอเป็นรูปแสดงความสัมพันธ์เพื่อให้เข้าใจง่าย ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 สถานการณ์ในปัจจุบันของ TBR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การศึกษาปัญหาและกำหนดขอบเขตของงานวิจัย

จากการศึกษาสถานการณ์ในปัจจุบันของบริษัทและรวบรวมข้อมูลการขนส่งขวดทุกชนิดที่เกิดการขนส่งใน พ.ศ. 2561 เพื่อศึกษาการวางแผนจัดการค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนส่งขวดที่ทาง TBR เป็นฝ่ายที่ทำการอนุมัติสั่งรถให้กับบริษัทขนส่ง เพื่อขนขวดจากแหล่งต้นทางไปยังแหล่งปลายทาง ซึ่งระยะเวลาที่ทำการศึกษาได้แก่ การขนส่งขวดที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปี พ.ศ. 2561 ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลได้ทำการสรุปและขอนำเสนอข้อมูลให้เข้าใจอย่างง่าย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนขวดใช้แล้วทุกชนิดที่ขนส่งและค่าขนส่งรวมที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปี พ.ศ. 2561

ชนิดขวดใช้แล้ว	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
A	10,000,000	1,000,000
B	1,000,000	200,000
C	600,000	120,000
D	500,000	100,000
E	900,000	80,000
F	450,000	40,000
ผลรวม	**13,450,000**	**1,540,000**

จากการศึกษาข้อมูลในตารางที่ 3.1 ทำให้เราทราบถึงข้อมูลจำนวนขวดที่ทำการขนส่งจากต้นทางทุกแหล่งที่สามารถจัดหาจัดซื้อขวดมาได้ เพื่อส่งไปยังปลายทางทุกแหล่งที่สามารถรับขวดและส่งไปยังโรงผลิตได้ รวมทั้งทราบค่าขนส่งรวมที่เกิดขึ้นในระยะเวลาตลอดทั้งปี พ.ศ. 2561 ของขวดทั้ง 6 ชนิด จากการศึกษาจะสังเกตเห็นได้ว่าชนิดขวดที่เกิดจำนวนในการขนส่งและเกิดค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งมากที่สุด ได้แก่ขวดชนิด A ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนส่งขวดชนิดนี้ ส่งผลอย่างมากต่อต้นทุนและผลกำไรของงานด้านการขนส่ง และเหตุผลนี้จึงได้ทำการกำหนดขอบเขตชนิดขวดที่จะทำการศึกษาคือขวดชนิด A เพียงชนิดเดียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับขวดชนิดนี้ เพราะถ้าหากในอนาคตได้ข้อมูลความต้องการขนขวดของแหล่งต้นทาง ก็จะสามารถควบคุมเส้นทางการขนส่งที่จะทำให้เกิดค่าขนส่งที่คุ้มค่าได้ ซึ่งจะส่งผลดีต่อความต้องการของบริษัทในเรื่องรายได้ที่เป็นเป้าหมายสำคัญของการทำธุรกิจ จึงเล็งเห็นปัญหาของขวดชนิดนี้ ซึ่งสามารถนำเอาความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ และเราสามารถนำเอาวิธีแก้ปัญหานี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดเส้นทางขนส่งของขวดชนิดอื่นได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การรวบรวมข้อมูล

3.3.1 ข้อมูลที่ใช้จัดเส้นทางขนส่งขวด

บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด ได้ให้ข้อมูลสำหรับการจัดเส้นทางขนส่งขวดใช้แล้วชนิด A ซึ่งประกอบด้วย 4 ข้อมูล ได้แก่ข้อมูลยอดรับซื้อขวดของทุกต้นทาง ข้อมูลแผนบรรจุของปลายทาง ข้อมูลค่าขนส่งต่อขวดของทุกเส้นทางที่เกิดการขนส่งขวดชนิดนี้ รวมทั้งข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการขนส่งแบบ Back Haul (BH) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel ในการจัดทำข้อมูลที่ได้กล่าวไปข้างต้น ซึ่งจะแสดงดังตารางที่ 3.2 ถึงตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลยอดรับซื้อขวดทุกเดือนของปี พ.ศ. 2561

ยอดรับซื้อขวดใช้แล้วชนิด A ปีพ.ศ. 2561 (ขวด)												
เดือน / ต้นทาง	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
A1	-	-	-	-	-	-	-	1,500	-	-	-	-
A2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A3	-	4,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A4	26,000	83,000	86,000	69,000	68,000	71,000	62,000	68,000	125,000	78,000	78,000	35,000
A5	20,000	35,000	14,000	33,000	40,000	58,000	30,000	40,000	95,500	40,000	18,000	23,000
A6	12,000	5,500	2,000	2,500	4,000	3,000	3,000	3,000	45,000	1,500	-	-
A7	15,000	8,500	4,000	15,000	26,000	54,000	27,000	34,000	-	13,000	31,000	18,000
A8	48,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A10	16,000	9,500	4,100	9,000	21,500	15,000	15,500	43,500	97,000	30,000	25,000	6,500
A11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500	-
A12	-	-	-	-	-	7,500	5,500	7,000	40,000	5,000	8,500	-
A13	21,000	8,000	45,000	72,500	73,000	45,000	47,500	73,000	65,000	80,000	80,000	50,000
A14	35,000	8,600	10,000	9,500	21,500	9,000	-	2,500	-	9,500	15,000	8,000
A15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A17	8,000	7,600	80,000	76,000	62,000	65,000	42,000	45,000	35,000	18,000	48,000	9,500
A18	75,000	3,000	97,000	58,000	24,000	63,000	52,000	75,500	160,000	85,000	79,000	31,000
A19	42,500	11,000	2,900	15,000	15,000	40,000	10,000	8,500	1,500	-	-	-
A20	9,500	50,000	80,800	73,000	55,000	70,500	55,000	87,000	140,000	75,000	28,000	-
A21	24,000	95,000	90,000	88,000	83,000	62,500	68,000	140,000	72,000	130,000	120,000	55,500
A22	18,000	-	15,500	15,000	22,000	30,000	11,500	36,000	80,000	20,000	28,000	4,500
A23	-	-	-	-	-	-	-	19,000	75,000	32,000	28,000	13,000
A24	29,000	-	46,000	75,000	29,500	25,000	34,000	65,000	65,000	45,000	30,000	45,000
A25	26,500	-	8,500	25,000	18,000	6,500	8,000	21,000	12,000	10,000	12,000	16,500
A26	45,000	45,000	61,000	69,500	47,000	73,000	38,500	80,000	110,000	60,000	68,000	33,000
A27	17,000	10,000	4,200	20,000	22,500	18,000	17,000	18,000	8,000	9,000	31,000	15,000
A28	25,500	30,000	30,000	40,500	28,000	50,500	36,000	48,000	100,000	35,000	35,000	25,000
A29	45,000	7,000	10,400	4,500	11,000	8,500	10,500	10,000	10,000	12,000	-	-
A30	5,000	8,600	8,000	25,500	26,000	42,000	13,000	36,000	91,000	25,000	60,000	11,000
A31	29,500	8,200	10,600	25,500	26,000	33,000	14,000	38,500	73,000	22,000	20,000	20,500
A32	7,500	62,000	90,000	79,000	27,000	-	-	-	-	15,000	180,000	90,000
A33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76,000	40,000
รวม	600,000	500,000	800,000	900,000	750,000	850,000	600,000	1,000,000	1,500,000	850,000	1,100,000	550,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลแผนบรรจุขวดทุกเดือนของปี พ.ศ. 2561

แผนบรรจุขวดใช้แล้วชนิด A ปีพ.ศ. 2561 (ขวด)												
เดือน / ปลายทาง	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
C1	565,500	483,200	781,400	849,000	698,000	735,000	546,000	895,500	1,331,000	660,000	710,500	333,000
C2	34,500	16,800	18,600	51,000	52,000	115,000	54,000	104,500	169,000	190,000	389,500	217,000
รวม	600,000	500,000	800,000	900,000	750,000	850,000	600,000	1,000,000	1,500,000	850,000	1,100,000	550,000

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลค่าขนส่งต่อขวดของเส้นทางขนส่งแบบ Head Haul (HH)

ต้นทาง	ปลายทาง	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)
A1	C1	0
A2	C1	0.1752
A3	C1	0.1766
⋮	⋮	⋮
A31	C1	0.5064
A32	C1	0.1764
A33	C1	0.2760
⋮	⋮	⋮
A1	C2	0.1756
A2	C2	0
A3	C2	0.0585
⋮	⋮	⋮
A31	C2	0.3395
A32	C2	0.0583
A33	C2	0.1310
⋮	⋮	⋮
A1	C3	0.1769
A2	C3	0.0581
A3	C3	0
⋮	⋮	⋮
A31	C3	0.3393
A32	C3	0.0446
A33	C3	0.1143

จากข้อมูลค่าขนส่งที่แสดงดังตารางที่ 3.4 จะเห็นว่าค่าขนส่งของการขนขวดจากต้นทาง A1, A2, A3 ไปยังปลายทาง C1, C2, C3 ตามลำดับ มีค่าขนส่งเท่ากับศูนย์ เนื่องจากต้นทางและปลายทางนั้นคือแหล่งเดียวกันจึงไม่เกิดค่าขนส่งในการขนส่งขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลค่าขนส่งและเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการขนส่งแบบ Back Haul (BH)

%Back Haul					
ประเภท	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทางสุดท้าย	%BH	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)
HH+BH	A4	B1	C1	15%	0.2382
HH+BH	A11	B2	C1	100%	0.3348
HH+BH	A17	B2	C1	60%	0.3929
HH+BH	A26	B2	C1	1%	0.3348
HH+BH	A27	B2	C1	60%	0.3929
BH+BH	A12	B3	C1	60%	0.3884
BH+BH	A17	B4	C1	40%	0.3266
BH+BH	A18	B2	C1	100%	0.1911
BH+BH	A25	B2	C1	12%	0.1911
BH+BH	A27	B4	C1	40%	0.3266
BH+BH	A24	B3	C1	30%	0.3884
BH	A5		C1	19%	0.1244
BH	A15		C1	100%	0.0573
BH	A21		C1	1%	0.2604
BH	A24		C1	30%	0.3838
BH	A25		C1	18%	0.3115
BH	A28		C1	1%	0.1548
BH	A29		C1	100%	0.0573
BH	A16		C2	39%	0.2148
BH	A21		C2	1%	0.1353
BH	A30		C2	39%	0.2148
BH	A16		C3	20%	0.2144
BH	A30		C3	20%	0.2144

ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการขนส่งแบบ Back Haul (%BH) ที่แสดงดังตารางที่ 3.5 หมายถึง %BH ของจำนวนขวดยอดรับซื้อของต้นทางนั้น ๆ ทำให้ทราบว่าสามารถขนส่งขวดแบบ Back Haul ได้ในจำนวนเท่าใด ซึ่งบริษัทขนส่งได้กำหนด %BH ไว้เป็นเกณฑ์ ณ ปัจจุบัน โดยประเภทขนส่งแบบ Back Haul ใช้คำย่อเป็น BH, HH+BH, BH+BH ซึ่งทุกตัวมีความหมายเป็นการขนส่งแบบ Back Haul ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ข้อมูลรูปแบบการขนส่งขวดใช้แล้วชนิด A ที่เกิดขึ้นจริงในอดีต

ข้อมูลรูปแบบการขนส่งขวดที่เกิดขึ้นจริงในเดือนกันยายน–ธันวาคม ในปี พ.ศ. 2561 ซึ่งข้อมูลนี้จะแสดงรูปแบบเส้นทางขนส่ง จำนวนขวดที่ทำขนส่ง และค่าขนส่งที่เกิดขึ้นของการจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมของบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด ซึ่งจะแสดงข้อมูลดังตารางที่ 3.6 ถึงตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.6 การจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมในเดือนกันยายน พ.ศ. 2561

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
HH+BH	A4	B1	C1	0.2382	25,000	5,955.38
HH	A4		C1	0.2677	100,000	26,770.83
BH	A5		C1	0.1244	5,500	684.23
HH	A5		C1	0.1825	90,000	16,427.88
HH	A6		C1	0.1978	45,000	8,899.04
HH	A10		C1	0.2475	97,000	24,006.46
BH+BH	A12	B3	C1	0.3884	40,000	15,535.98
HH	A13		C1	0.5234	65,000	34,020.83
BH+BH	A17	B4	C1	0.3266	35,000	11,430.09
BH+BH	A18	B2	C1	0.1911	160,000	30,569.31
HH	A19		C1	0.1966	1,500	294.91
HH	A20		C1	0.3958	140,000	55,409.19
HH	A21		C1	0.3976	72,000	28,626.92
HH	A22		C1	0.2686	80,000	21,487.18
HH	A23		C2	0.1159	5,000	579.33
HH	A23		C1	0.1966	70,000	13,762.55
HH	A24		C1	0.5670	65,000	36,857.64
HH	A25		C1	0.4670	12,000	5,603.85
BH	A26		C1	0.3348	10,000	3,348.26
HH	A26		C1	0.4638	100,000	46,380.88
BH+BH	A27	B4	C1	0.3266	8,000	2,612.59
HH	A28		C1	0.2227	100,000	22,272.97
BH	A29		C1	0.0573	10,000	572.62
BH	A30		C2	0.2148	70,000	15,036.11
HH	A30		C2	0.2871	21,000	6,028.53
HH	A31		C2	0.3395	73,000	24,781.78
รวม					**1,500,000**	**457,955.35**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 การจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
HH+BH	A4	B1	C1	0.2382	4,000	952.86
HH	A4		C1	0.2677	74,000	19,810.42
BH	A5		C1	0.1244	5,000	622.02
HH	A5		C1	0.1825	35,000	6,388.62
HH	A6		C1	0.1978	1,500	296.63
HH	A7		C2	0.0593	13,000	771.53
HH	A10		C1	0.2475	30,000	7,424.68
BH+BH	A12	B3	C1	0.3884	5,000	1,942.00
HH	A13		C1	0.5234	80,000	41,871.79
HH	A14		C1	0.3963	9,500	3,765.24
BH+BH	A17	B4	C1	0.3266	18,000	5,878.33
BH+BH	A18	B2	C1	0.1911	85,000	16,239.95
HH	A20		C1	0.3958	75,000	29,683.49
HH	A21		C2	0.2098	130,000	27,277.78
HH	A22		C1	0.2686	20,000	5,371.79
HH	A23		C1	0.1966	32,000	6,291.45
BH	A24		C1	0.3838	45,000	17,269.64
BH	A25		C1	0.3115	3,500	1,090.42
HH	A25		C1	0.4670	6,500	3,035.42
HH	A26		C1	0.4638	60,000	27,828.53
BH+BH	A27	B4	C1	0.3266	9,000	2,939.17
HH	A28		C1	0.2227	35,000	7,795.54
BH	A29		C1	0.0573	12,000	687.14
BH	A30		C2	0.2148	25,000	5,370.04
HH	A31		C2	0.3395	22,000	7,468.48
HH	A32		C1	0.1764	15,000	2,646.23
รวม					850,000	250,719.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 การจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
HH+BH	A4	B1	C1	0.2382	8,000	1,905.72
HH	A4		C1	0.2677	70,000	18,739.58
BH	A5		C1	0.1244	3,000	373.21
HH	A5		C1	0.1825	15,000	2,737.98
HH	A7		C2	0.0593	25,000	1,483.71
HH	A7		C1	0.1784	6,000	1,070.35
HH	A10		C1	0.2475	25,000	6,187.23
HH	A11		C1	0.4638	1,500	695.71
BH+BH	A12	B3	C1	0.3884	8,500	3,301.40
HH	A13		C1	0.5234	80,000	41,871.79
HH	A14		C2	0.2109	9,500	2,003.78
HH	A14		C1	0.3963	5,500	2,179.87
BH+BH	A17	B4	C1	0.3266	48,000	15,675.56
BH+BH	A18	B2	C1	0.1911	79,000	15,093.60
HH	A20		C2	0.1684	4,000	673.61
HH	A20		C1	0.3958	24,000	9,498.72
BH	A21		C2	0.1353	7,000	947.22
HH	A21		C2	0.2098	113,000	23,710.68
HH	A22		C1	0.2686	28,000	7,520.51
HH	A23		C2	0.1159	10,000	1,158.65
HH	A23		C1	0.1966	18,000	3,538.94
BH	A24		C1	0.3838	6,000	2,302.62
HH	A24		C1	0.5670	24,000	13,608.97
HH	A25		C1	0.4670	12,000	5,603.85
HH	A26		C1	0.4638	68,000	31,539.00
BH+BH	A27	B4	C1	0.3266	31,000	10,123.80
HH	A28		C1	0.2227	35,000	7,795.54
BH	A30		C2	0.2148	30,000	6,444.05
HH	A30		C2	0.2871	30,000	8,612.18
HH	A31		C2	0.3395	20,000	6,789.53
HH	A32		C2	0.0583	80,000	4,664.53
HH	A32		C1	0.1764	100,000	17,641.56
HH	A33		C2	0.1310	61,000	7,989.96
HH	A33		C1	0.2760	15,000	4,140.22
รวม					**1,100,000**	**287,623.65**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 การจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม(บาท)
HH+BH	A4	B1	C1	0.2382	3,000	714.65
HH	A4		C1	0.2677	32,000	8,566.67
BH	A5		C1	0.1244	5,000	622.02
HH	A5		C1	0.1825	18,000	3,285.58
HH	A7		C2	0.0593	18,000	1,068.27
HH	A10		C2	0.1692	6,500	1,099.83
HH	A13		C1	0.5234	50,000	26,169.87
HH	A14		C2	0.2109	8,000	1,687.39
BH+BH	A17	B4	C1	0.3266	9,500	3,102.45
BH+BH	A18	B2	C1	0.1911	31,000	5,922.80
BH	A21		C2	0.1353	2,500	338.29
HH	A21		C2	0.2098	53,000	11,120.94
HH	A22		C2	0.1673	4,500	753.00
HH	A23		C2	0.1159	13,000	1,506.25
BH	A24		C1	0.3838	25,000	9,594.25
HH	A24		C1	0.5670	20,000	11,340.81
BH	A25		C1	0.3115	7,000	2,180.83
HH	A25		C1	0.4670	9,500	4,436.38
HH	A26		C1	0.4638	33,000	15,305.69
BH+BH	A27	B4	C1	0.3266	15,000	4,898.61
HH	A28		C1	0.2227	25,000	5,568.24
BH	A30		C2	0.2148	11,000	2,362.82
HH	A31		C2	0.3395	20,500	6,959.27
HH	A32		C2	0.0583	40,000	2,332.26
HH	A32		C1	0.1764	50,000	8,820.78
HH	A33		C2	0.1310	40,000	5,239.32
รวม					550,000	144,997.28

ข้อมูลรูปแบบการขนส่งขวดแบบเก่าของบริษัทที่ได้แสดงไปในข้างต้น ขออธิบายความหมายของข้อมูลเหล่านี้ ตัวอย่างเช่น ตารางที่ 3.9 แถวที่ 2 ของตาราง คือ การขนส่งขวดจากต้นทาง A4 ไปปลายทาง C1 ประเภทการขนส่ง HH+BH โดยผ่าน B1 ที่เป็นท่าพักเปลี่ยนรถบรรทุก โดยขนส่งไปจำนวน 3,000 ขวด ราคาขวดละ 0.2382 บาท ทำให้ค่าขนส่งรวมทั้งสิ้นของเส้นทางนี้เป็น 3,000 x 0.2382 = 714.65 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การสร้างตัวแบบจำลองจัดเส้นทางขนส่งขวด

3.4.1 การสร้างแบบจำลองบนสเปรดชีตเอ็กเซล (Spreadsheet Model)

ข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้นำมาสร้างเป็นแบบจำลองบนสเปรดชีตเอ็กเซล เพื่อให้สะดวกต่อการคำนวณจัดเส้นทางขนส่งขวด โดยลักษณะแบบจำลองคำนวณการจัดเส้นทางที่สร้างขึ้นได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังรูปที่ 3.3 ถึงรูปที่ 3.6

จำนวนขวดที่ขนและค่าขนส่งรวม

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	Code	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
HH	A1		C1	HHA1C1	-		
HH	A2		C1	HHA2C1	0.1752		
HH	A3		C1	HHA3C1	0.1766		
HH	A4		C1	HHA4C1	0.2677		
⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		
HH	A32		C1	HHA32C1	0.1764		
HH	A33		C1	HHA33C1	0.2760		
HH	A1		C2	HHA1C2	0.1756		
HH	A2		C2	HHA2C2	-		
HH	A3		C2	HHA3C2	0.0585		
⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		
HH	A33		C2	HHA33C2	0.1310		
HH	A1		C3	HHA1C3	0.1769		
HH	A2		C3	HHA2C3	0.0581		
HH	A3		C3	HHA3C3	-		
HH	A4		C3	HHA4C3	0.3243		
⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		
HH	A32		C3	HHA32C3	0.0446		
HH	A33		C3	HHA33C3	0.1143		
HH+BH	A4	B1	C1	HH+BHA4B1C1	0.2382		
BH	A5		C1	BHA5C1	0.1244		
HH+BH	A11	B2	C1	HH+BHA11B2C1	0.3348		
BH+BH	A12	B3	C1	BH+BHA12B3C1	0.3884		
BH	A15		C1	BHA15C1	0.0573		
HH+BH	A17	B2	C1	HH+BHA17B2C1	0.3929		
BH+BH	A17	B4	C1	BH+BHA17B4C1	0.3266		
BH+BH	A18	B2	C1	BH+BHA18B2C1	0.1911		
BH	A21		C1	BHA21C1	0.2604		
BH	A24		C1	BHA24C1	0.3838		
BH	A25		C1	BHA25C1	0.3115		
BH+BH	A25	B2	C1	BH+BHA25B2C1	0.1911		
HH+BH	A26	B2	C1	HH+BHA26B2C1	0.3348		
HH+BH	A27	B2	C1	HH+BHA27B2C1	0.3929		
BH+BH	A27	B4	C1	BH+BHA27B4C1	0.3266		
BH	A28		C1	BHA28C1	0.1548		
BH	A29		C1	BHA29C1	0.0573		
BH	A16		C2	BHA16C2	0.2148		
BH	A21		C2	BHA21C2	0.1353		
BH	A30		C2	BHA30C2	0.2148		
BH	A16		C3	BHA16C3	0.2144		
BH	A30		C3	BHA30C3	0.2144		
BH+BH	A24	B3	C1	BH+BHA24B3C1	0.3884		

รูปที่ 3.3 ส่วนที่ 1 ของแบบจำลองจัดเส้นทางขนส่งขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 ของแบบจำลองคำนวณการจัดเส้นทางขนส่งขวดจากรูปที่ได้แสดงไปข้างต้น ประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ประเภทขนส่ง คือ รูปแบบการขนส่ง ซึ่งจะมี 2 รูปแบบ ได้แก่ Head Haul ใช้สัญลักษณ์ย่อเป็น HH และ Back Haul ใช้สัญลักษณ์ย่อเป็น BH, HH+BH, BH+BH
2. ต้นทาง คือ ชื่อต้นทางที่มียอดรับซื้อขวด
3. Cross Dock คือ ชื่อท่าพักเปลี่ยนรถขนส่ง เพื่อขนส่งต่อไปยังปลายทาง ในกรณีที่ต้องการใช้รูปแบบการขนส่งขวดแบบ Back Haul
4. ปลายทาง คือ ชื่อปลายทางที่มีแผนบรรจุต้องการใช้ขวด
5. Code คือ สัญลักษณ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้สะดวกต่อการเชื่อมโยงไปยังตารางอื่น
6. ค่าขนส่ง (บาท/ขวด) คือ ค่าขนส่งที่เกิดจากการขนส่งขวดในหน่วย บาท/ขวด ที่ทางบริษัทให้มา
7. จำนวนขวดที่ขนส่ง คือ จำนวนขวดที่ขนจากต้นทางไปยังปลายทาง ซึ่งได้จากการใช้ Excel Solver คำนวณ และเป็นตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)
8. ค่าขนส่งรวม คือ ค่าขนส่งที่เกิดจากผลคูณของค่าขนส่ง (บาท/ขวด) และจำนวนขวดที่ขน ซึ่งมีหน่วยเป็นบาท

ยอดรับซื้อและเกณฑ์จำนวนขนส่งขวด Head Haul (HH)

ต้นทาง	ยอดขนส่งรวมของต้นทาง (ขวด)	ยอดรับซื้อ (ขวด)	เกณฑ์จำนวนขนขวด HH (ขวด)	ยอดขนขวดรวมแบบ HH (ขวด)	ยอดขนขวดรวมแบบ BH (ขวด)
A1	-	-	-	-	-
A2	-	-	-	-	-
A3	-	-	-	-	-
A4	-	125,000	125,000	-	-
A5	-	95,500	95,500	-	-
A6	-	45,000	45,000	-	-
A7	-	-	-	-	-
A8	-	-	-	-	-
A9	-	-	-	-	-
A10	-	97,000	97,000	-	-
A11	-	-	-	-	-
A12	-	40,000	40,000	-	-
A13	-	65,000	65,000	-	-
A14	-	-	-	-	-
A15	-	-	-	-	-
A16	-	-	-	-	-
A17	-	35,000	35,000	-	-
A18	-	160,000	160,000	-	-
A19	-	1,500	1,500	-	-
A20	-	140,000	140,000	-	-
A21	-	72,000	72,000	-	-
A22	-	80,000	80,000	-	-
A23	-	75,000	75,000	-	-
A24	-	65,000	65,000	-	-
A25	-	12,000	12,000	-	-
A26	-	110,000	110,000	-	-
A27	-	8,000	8,000	-	-
A28	-	100,000	100,000	-	-
A29	-	10,000	10,000	-	-
A30	-	91,000	91,000	-	-
A31	-	73,000	73,000	-	-
A32	-	-	-	-	-
A33	-	-	-	-	-

รูปที่ 3.4 ส่วนที่ 2 ของแบบจำลองคำนวณการจัดเส้นทางขนส่งขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 ของแบบจำลองคำนวณการจัดเส้นทางขนส่งขวดดังรูปที่ 3.4 ประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ต้นทาง คือ ชื่อต้นทางที่มียอดรับซื้อขวด
2. ยอดขนส่งรวมของต้นทาง คือ ผลรวมจำนวนขวดที่ขนส่งทั้งหมดของแต่ละต้นทาง
3. ยอดรับซื้อ คือ จำนวนขวดที่ต้นทางแต่ละแห่งทำการรับซื้อมา
4. เกณฑ์จำนวนขนส่งขวด HH คือ จำนวนขวดสูงสุดที่สามารถขนส่งในรูปแบบ Head Haul ได้ ซึ่งได้จากการนำจำนวนยอดรับซื้อหักล้างกับจำนวนขวดที่ทำการขนส่งแบบ Back Haul ไปแล้ว
5. ยอดขนส่งขวดรวมแบบ HH คือ ผลรวมของจำนวนขวดที่ขนส่งแบบ Head Haul ของแต่ละต้นทาง
6. ยอดขนส่งขวดรวมแบบ BH คือ ผลรวมของจำนวนขวดที่ขนส่งแบบ Back Haul ของแต่ละต้นทาง

เกณฑ์จำนวนขนขวด Back Haul (BH)

ต้นทาง BH	Cross Dock	ปลายทาง BH	ยอดรับซื้อ (ขวด)	Code	%BH	เกณฑ์จำนวนขวด BH (ขวด)	จำนวนขนขวด BH (ขวด)	ประเภทการขนส่ง
A4	B1	C1	350,000	HH+BHA4B1C1	15%	52,500	-	HH+BH
A5		C1	350,000	BHA5C1	19%	66,500	-	BH
A11	B2	C1	300,000	HH+BHA11B2C1	100%	300,000	-	HH+BH
A12	B3	C1	280,000	BH+BHA12B3C1	60%	168,000	-	BH+BH
A15		C1	29,000	BHA15C1	100%	29,000	-	BH
A17	B2	C1	510,000	HH+BHA17B2C1	60%	306,000	-	HH+BH
A17	B4	C1	510,000	BH+BHA17B4C1	40%	204,000	-	BH+BH
A18	B2	C1	420,000	BH+BHA18B2C1	100%	420,000	-	BH+BH
A21		C1	80,000	BHA21C1	1%	800.00	-	BH
A24		C1	-	BHA24C1	30%	-	-	BH
A25		C1	-	BHA25C1	18%	-	-	BH
A25	B2	C1	-	BH+BHA25B2C1	12%	-	-	BH+BH
A26	B2	C1	-	HH+BHA26B2C1	1%	-	-	HH+BH
A27	B2	C1	-	HH+BHA27B2C1	60%	-	-	HH+BH
A27	B4	C1	-	BH+BHA27B4C1	40%	-	-	BH+BH
A28		C1	-	BHA28C1	1%	-	-	BH
A29		C1	-	BHA29C1	100%	-	-	BH
A16		C2	160,000	BHA16C2	39%	62,400	-	BH
A21		C2	80,000	BHA21C2	1%	800.00	-	BH
A30		C2	-	BHA30C2	39%	-	-	BH
A16		C3	160,000	BHA16C3	20%	32,000.00	-	BH
A30		C3	-	BHA30C3	20%	-	-	BH
A24	B3	C1	-	BH+BHA24B3C1	30%	-	-	BH+BH

รูปที่ 3.5 ส่วนที่ 3 ของแบบจำลองคำนวณการจัดเส้นทางขนส่งขวด

ส่วนที่ 3 ของแบบจำลองคำนวณการจัดเส้นทางขนส่งขวดดังรูปที่ 3.5 ประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ต้นทาง BH คือ ชื่อต้นทางที่มีการขนส่งในรูปแบบ Back Haul
2. Cross Dock คือ ชื่อท่าพักเปลี่ยนรถขนส่ง เพื่อขนส่งต่อไปยังปลายทาง ในกรณีที่ต้องการใช้รูปแบบการขนส่งขวดแบบ Back Haul
3. ปลายทาง BH คือ ชื่อปลายทางที่ต้นทางสามารถขนส่งขวดไปได้ ในรูปแบบ Back Haul
4. ยอดรับซื้อ คือ จำนวนขวดที่ต้นทางแต่ละแห่งรับซื้อมา เป็นค่าที่ผู้ใช้ต้องกรอกใส่เอง
5. Code คือ สัญลักษณ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้สะดวกต่อการเชื่อมโยงไปยังส่วนอื่นของแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. %BH คือ เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการใช้เส้นทางขนส่งแบบ Back Haul แต่ละเส้นทางจะมีค่าเปอร์เซ็นต์ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับทางบริษัทขนส่งกำหนด ซึ่งเปอร์เซ็นต์ข้างต้นที่ได้แสดงในรูปที่ 3.5 เป็นเปอร์เซ็นต์ ณ ปัจจุบัน ที่ใช้ควบคุมการขนส่ง
7. เกณฑ์จำนวนขวด BH คือ จำนวนขวดสูงสุดที่สามารถขนส่งในรูปแบบ Back Haul ได้ ซึ่งเกิดจากผลคูณของ %BH และยอดรับซื้อ
8. จำนวนขวด BH คือ จำนวนขวดที่ขนส่งแบบ Back Haul ซึ่งได้จากการใช้ Excel Solver คำนวณ
9. ประเภทขนส่ง คือ สัญลักษณ์ย่อของการขนส่งแบบ Back Haul

แผนบรรจุ

ปลายทาง	ยอดขนส่งรวม (ขวด)	แผนบรรจุ (ขวด)	จำนวนขวดที่ต้นทางเก็บไว้	ยอดรับซื้อ (ขวด)
C1	-	5,000,000	500,000	500,000
C2	-	1,000,000	1,000,000	1,200,000
C3	-	444,000	400,000	400,000
		6,444,000	(จำนวนแผนบรรจุรวม (ขวด))	

จำนวนยอดรับซื้อรวม (ขวด)	6,444,000
จำนวนขวดที่ขนส่งทั้งหมด(ขวด)	-
ค่าขนส่งรวมทั้งสิ้น(บาท)	-
A34	-
A34	- (เงื่อนไขจำนวนขวด)

รูปที่ 3.6 ส่วนที่ 4 ของแบบจำลองคำนวณการจัดเส้นทางขนส่งขวด

ส่วนที่ 4 ของแบบจำลองคำนวณการจัดเส้นทางขนส่งขวดดังรูปที่ 3.6 ประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ปลายทาง คือ ชื่อปลายทางที่มีแผนบรรจุขวด
2. ยอดขนส่งรวม คือ ผลรวมของจำนวนขวดที่ขนมายังปลายทางแต่ละแห่ง ซึ่งจำนวนขวดนั้นได้จากการใช้ Excel Solver คำนวณ
3. แผนบรรจุ คือ จำนวนขวดที่ปลายทางต้องการใช้
4. จำนวนขวดที่ต้นทางเก็บไว้ คือ จำนวนขวดที่ต้นทางต้องเก็บไว้ ในกรณีที่ต้นทางต้องการใช้ขวด
5. ยอดรับซื้อ คือ จำนวนขวดที่ต้นทาง A1, A2, A3 รับซื้อมา ตามลำดับ
6. จำนวนยอดรับซื้อรวม คือ ผลรวมของจำนวนขวดที่รับซื้อมาของทุกต้นทาง
7. จำนวนขวดที่ขนส่งทั้งหมด คือ ผลรวมจำนวนขวดที่ขนส่งทั้งหมด
8. ค่าขนส่งรวมทั้งสิ้น คือ ผลรวมของค่าขนส่งที่เกิดขึ้นจากการขนส่งขวดทั้งหมด
9. A34 คือ ตัวแปร Dummy ที่กำหนดขึ้นมาเพื่อรองรับในกรณีที่ยอดรับซื้อไม่เพียงพอต่อแผนบรรจุ ป้องกันไม่ให้แบบจำลองเกิดข้อผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

จากที่ได้นำข้อมูลต่างๆ มาสร้างแบบจำลองบนสเปรดชีตเอกเซลแล้ว ต่อมาจะใช้ Excel Solver มาช่วยในการแก้ปัญหา แต่ก่อนอื่นต้องทำการสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ขึ้นมาก่อนเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญของการสร้างตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดประกอบด้วย ตัวแปรตัดสินใจ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่สอดคล้องกับปัญหา ดังนั้นเพื่อให้ได้ค่าขนส่งรวมที่คุ้มค่ามากที่สุดและสอดคล้องกับเงื่อนไขของยอดรับซื้อ แผนบรรจุ ค่าขนส่ง และเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการขนส่งเส้นทาง Back Haul จึงสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดดังต่อไปนี้

ดัชนี (Index)

i = แหล่งต้นทางที่ i (i = 1, 2, ..., 34)

j = แหล่งปลายทางที่ j (j = 1, 2, 3)

k = ประเภทการขน (k = 1, 2, 3, 4) โดยที่

k = 1 แทนประเภทขนส่งแบบ HH

k = 2 แทนประเภทขนส่งแบบ BH

k = 3 แทนประเภทขนส่งแบบ BH+BH

k = 4 แทนประเภทขนส่งแบบ HH+BH

พารามิเตอร์ (Parameters)

$D_{i,j}^{k}$ คือ ค่าขนส่งขวดที่ขนจากต้นทาง i ไปยังปลายทาง j โดยใช้ประเภทขนส่ง k (บาท/ขวด)

P_i คือ ยอดรับซื้อของต้นทาง i (ขวด)

C_j คือ แผนบรรจุของปลายทาง j (ขวด)

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

$X_{i,j}^{k}$ แทน จำนวนขวดที่ขนจากต้นทาง i ไปยังปลายทาง j โดยใช้ประเภทขนส่ง k

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

ค่าขนส่งรวม Minimize $\sum_{i=1}^{34}\sum_{j=1}^{3}\sum_{k=1}^{4} X_{i,j}^{k} D_{i,j}^{k}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constrains)

1. ผลรวมของจำนวนขวดที่ขนจากแต่ละต้นทางไปทุกปลายทางต้องไม่เกินยอดรับซื้อของต้นทางนั้น

$$\sum_{j=1}^{3} X_{i,j}^{k} \leq P_i \text{ เมื่อ } i = 1, 2, ..., 34, k = 1, 2, 3, 4$$

2. ผลรวมของจำนวนขวดที่ขนจากทุกต้นทางไปแต่ละปลายทางต้องไม่ต่ำกว่าแผนบรรจุของปลายทางนั้น

$$\sum_{i=1}^{34} X_{i,j}^{k} \geq C_j \text{ เมื่อ } j = 1, 2, 3, k = 1, 2, 3, 4$$

3. ผลรวมของจำนวนขวดที่ทำการขนส่งทั้งหมดต้องไม่ต่ำกว่าผลรวมแผนบรรจุของทุกปลายทาง

$$\sum_{i=1}^{34}\sum_{j=1}^{3}\sum_{k=1}^{4} X_{i,j}^{k} \geq \sum_{j=1}^{3} C_j$$

4. จำนวนขวดที่ขนต้องมีค่าเป็นจำนวนเต็มและต้องไม่น้อยกว่าศูนย์

$$X_{i,j}^{k} \in \mathbb{Z},\ X_{i,j}^{k} \geq 0\ \forall i, j, k$$

5. ต้นทาง A1, A2, A3 ต้องเก็บจำนวนขวดไว้สำหรับแผนบรรจุของตัวเองเท่าที่ยอดรับซื้อจะซื้อมาได้

$$X_{i,i}^{k} = P_i, \qquad P_i \leq C_i$$
$$X_{i,i}^{k} = P_i - C_i,\ P_i > C_i$$

6. จำนวนขวดขนส่งแบบ Back Haul ต้องไม่เกินเปอร์เซ็นต์ Back Haul ที่กำหนดไว้ของยอดรับซื้อ

$$X_{i,j}^{k} \leq \%\mathrm{BH}(P_i) \text{ เมื่อ } k = 2, 3, 4$$

7. จำนวนขวดที่ขนส่งแบบ Head Haul ต้องไม่เกินจำนวนขวดคงเหลือที่ขนส่งแบบ Back Haul ไปแล้ว

$$X_{i,j}^{1} \leq (P_i - X_{i.j}^{k}) \text{ เมื่อ } k = 2, 3, 4$$

8. ต้นทาง Dummy (A34) ที่กำหนดขึ้นมาในกรณีที่ยอดรับซื้อไม่เพียงพอต่อแผนบรรจุ ซึ่ง Dummy (A34) ต้องมีค่าเท่ากับแผนบรรจุรวมลบกับยอดรับซื้อรวม

$$X_{34,j}^{k} = \sum_{j=1}^{3} C_j - \sum_{i=1}^{34} P_i \text{ เมื่อ } \sum_{i=1}^{34} P_i < \sum_{j=1}^{3} C_j,\ k = 1, 2, 3, 4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

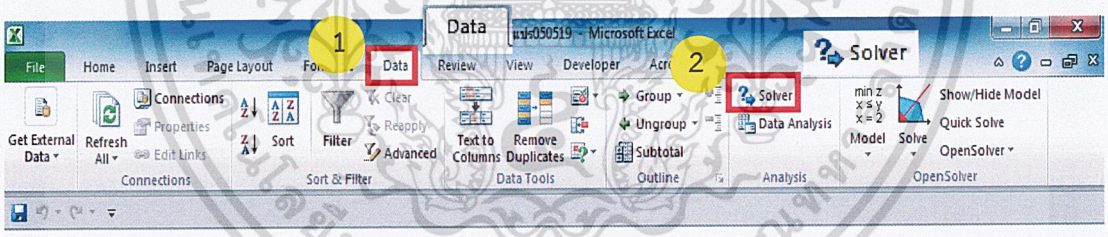
3.4.3 การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ด้วย Excel Solver

หลังจากที่ได้นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองสเปรดชีตบนเอ็กเซลและสร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Models) เรียบร้อยแล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปจะใช้ Microsoft Office Excel โดยมีโปรแกรมเสริมซึ่งมีชื่อว่า Solver เพื่อใช้ในการคำนวณหาผลลัพธ์ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญของตัว Solver ได้แก่

1) เซลล์เป้าหมาย (Target Cell) เป็นเซลล์ในสเปรดชีตที่แทนค่าของฟังก์ชันวัตถุประสงค์
2) เซลล์ที่ปรับค่าได้ (Changing Cell) เป็นเซลล์ที่แสดงถึงตัวแปรตัดสินใจในสเปรดชีต
3) เซลล์ข้อจำกัดหรือเซลล์เงื่อนไข (Constraints Cell) เป็นเซลล์ที่แสดงถึงข้อจำกัดในสเปรดชีต

เมื่อกำหนดองค์ประกอบครบตามที่ได้กล่าวไปข้างต้นแล้ว ก็สามารถเรียกใช้งาน Solver ได้เลย ซึ่งในการใช้งานต้องกำหนด Parameters และ Options ให้ถูกต้อง เพื่อที่ให้ Solver ประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงถึงค่าของตัวแปรตัดสินใจที่ทำให้เซลล์เป้าหมายมีค่าสูงสุด (Maximize) หรือต่ำสุด (Minimize) ตามที่กำหนดไว้ในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ สำหรับการใช้ Excel Solver ในการคำนวณหาค่าขนส่งที่ต่ำที่สุดนั้น ได้แสดงขั้นตอนดังต่อไปนี้

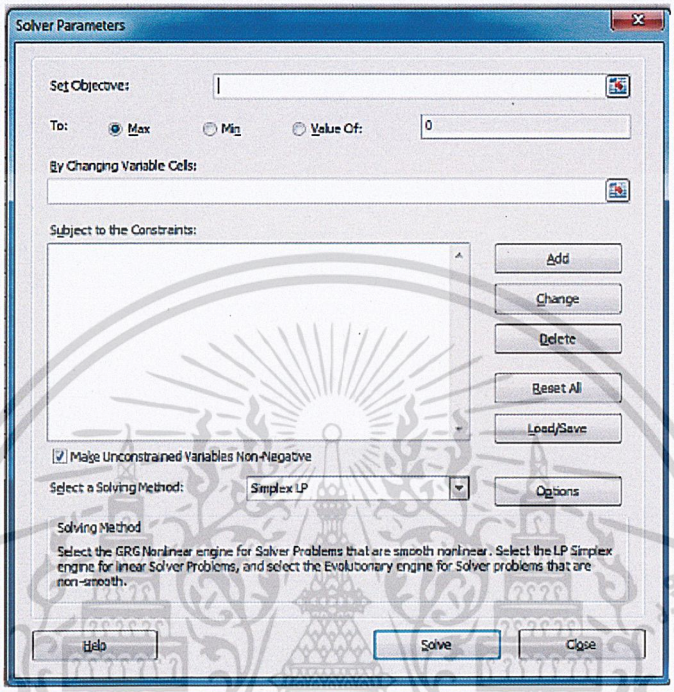
1. เรียกโปรแกรม Excel Solver ขึ้นมาใช้งาน โดยเลือก “Data” หลังจากนั้นเลือก “Solver” ขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการเปิดใช้งาน Solver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่เราเปิดใช้งาน Solver ตามขั้นตอนในข้อที่ 1 แล้วนั้น โปรแกรมจะขึ้นหน้าต่างให้ใส่ค่า ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 หน้าต่าง Solver Parameters

2. Input ค่าใน Solver Parameters

จากหน้าต่างในรูปที่ 3.8 ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดสูตรใน Solver Parameters เพื่อให้โปรแกรมคำนวณหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยกำหนดจาก Mathematical Model และสูตรต้องเชื่อมโยงข้อมูลเข้าด้วยกันจากแบบจำลองสเปรดชีตที่เราได้สร้างขึ้นมาก่อนหน้านี้ และนำข้อมูลเหล่านั้นมากำหนดใน Solver Parameters ดังขั้นตอนต่อไปนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) แทนด้วย Set Objective : $K$69

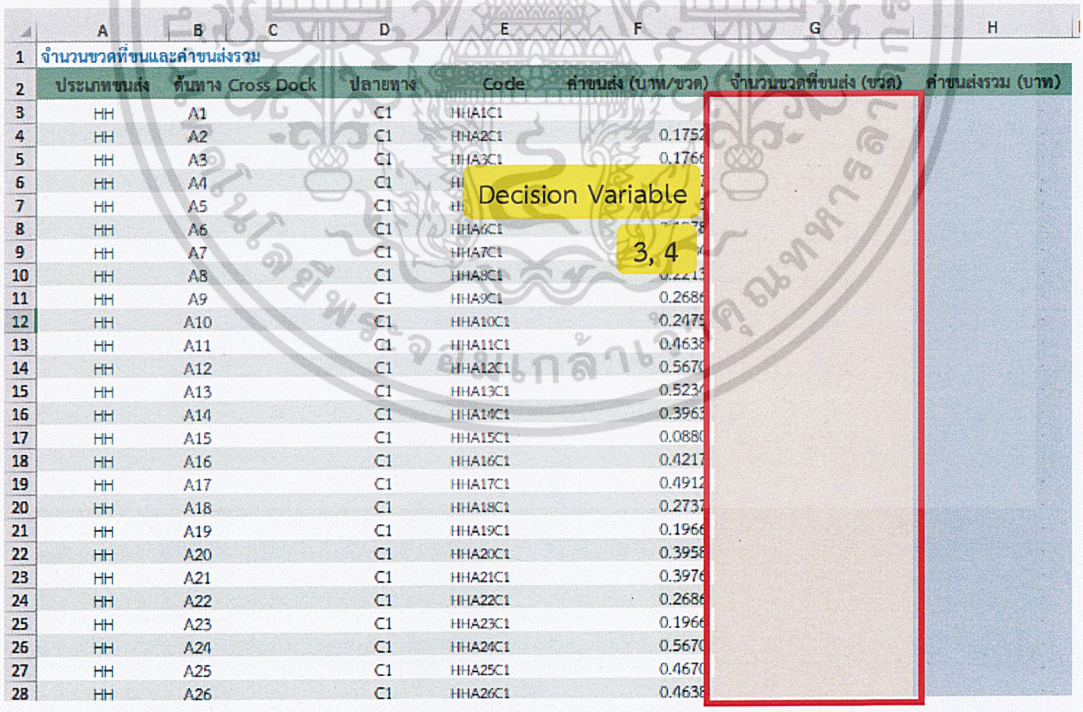
ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) แทนด้วย By Changing Variable Cells : $G$3:$G$127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constrains) แทนด้วย Subject to the Constraints :

$G$3	=	$M$63	(1)
$G$37	=	$M$64	(2)
$G$3:$G$127	=	integer	(3)
$G$3:$G$127	>=	0	(4)
$G$71	=	$M$65	(5)
$K$3:$K$35	<=	$L$3:$L$35	(6)
$K$63:$K$65	>=	$L$63:$L$65	(7)
$K$68	>=	$L$66	(8)
$K$71	=	$K$70	(9)
$N$3:$N$35	<=	$M$3:$M$35	(10)
$Q$38:$Q$60	<=	$P$38:$P$60	(11)

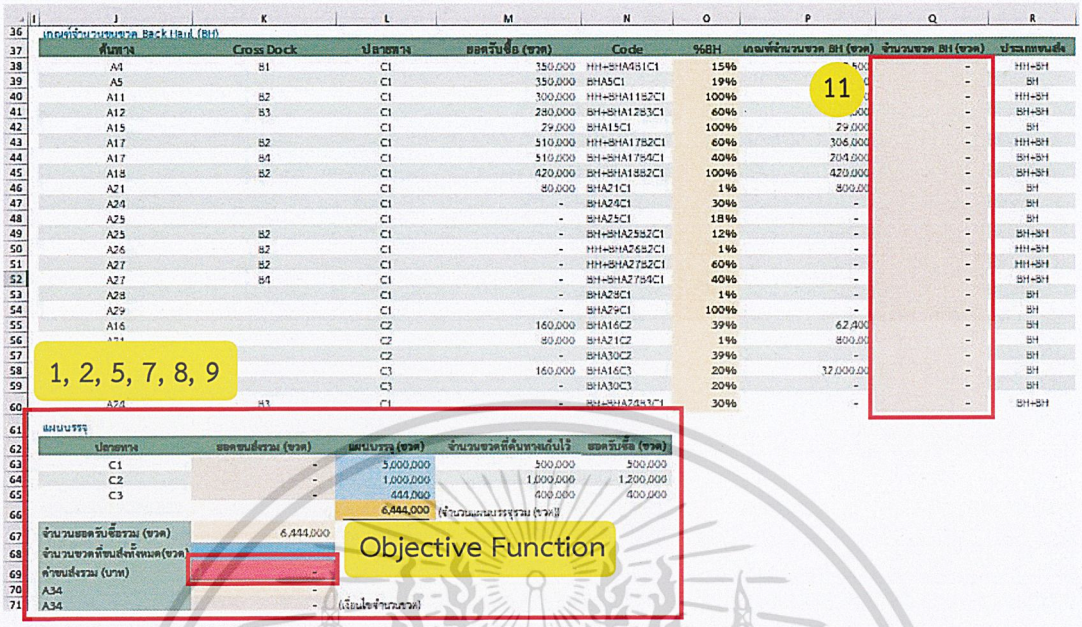
หลังจากที่เรากำหนดค่าครบทุกช่องแล้ว ให้กดเลือก To : Min และ Select a Solving Method : ให้เลือกเป็น Simplex LP ซึ่งขั้นตอนที่กล่าวไปข้างต้นทั้งหมดนั้น ขอแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.9



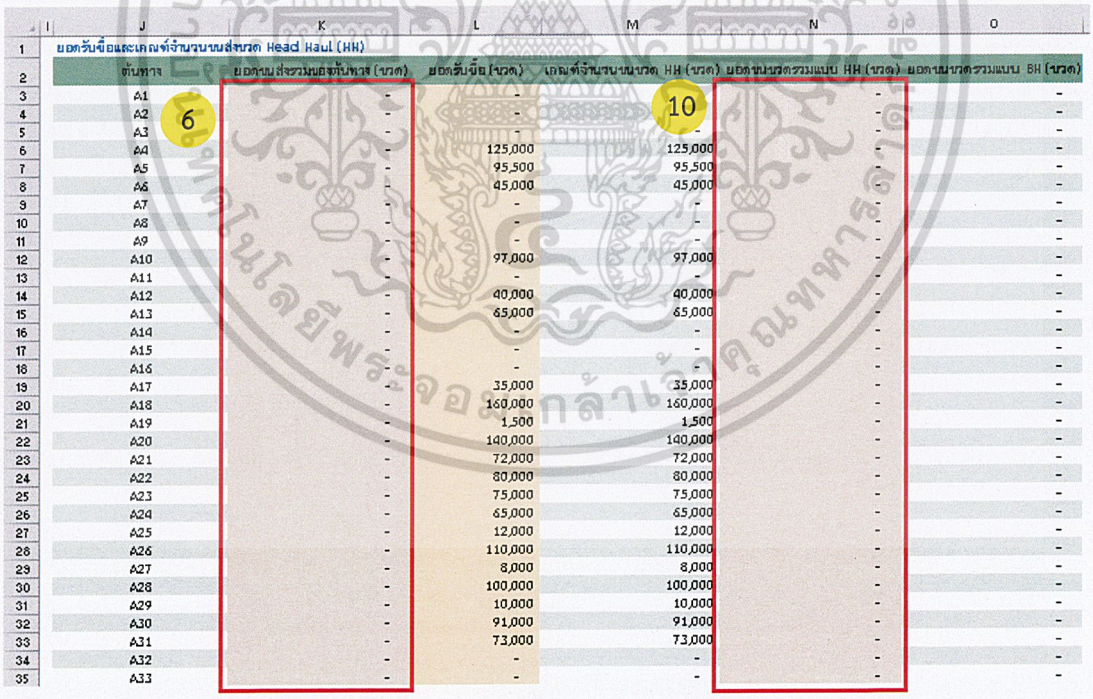
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	จำนวนขวดที่ขนและค่าขนส่งรวม							
2	ประเภทขนส่ง	ต้นทาง Cross Dock		ปลายทาง	Code	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
3	HH	A1		C1	HHA1C1			
4	HH	A2		C1	HHA2C1	0.1752		
5	HH	A3		C1	HHA3C1	0.1766		
6	HH	A4		C1	HH			
7	HH	A5		C1	HH			
8	HH	A6		C1	HHA6C1			
9	HH	A7		C1	HHA7C1			
10	HH	A8		C1	HHA8C1	0.2213		
11	HH	A9		C1	HHA9C1	0.2686		
12	HH	A10		C1	HHA10C1	0.2475		
13	HH	A11		C1	HHA11C1	0.4638		
14	HH	A12		C1	HHA12C1	0.5670		
15	HH	A13		C1	HHA13C1	0.5234		
16	HH	A14		C1	HHA14C1	0.3963		
17	HH	A15		C1	HHA15C1	0.0880		
18	HH	A16		C1	HHA16C1	0.4217		
19	HH	A17		C1	HHA17C1	0.4912		
20	HH	A18		C1	HHA18C1	0.2737		
21	HH	A19		C1	HHA19C1	0.1966		
22	HH	A20		C1	HHA20C1	0.3958		
23	HH	A21		C1	HHA21C1	0.3976		
24	HH	A22		C1	HHA22C1	0.2686		
25	HH	A23		C1	HHA23C1	0.1966		
26	HH	A24		C1	HHA24C1	0.5670		
27	HH	A25		C1	HHA25C1	0.4670		
28	HH	A26		C1	HHA26C1	0.4638		

รูปที่ 3.9 เซลล์บางส่วนของ Decision Variable และเงื่อนไขข้อที่ 3, 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

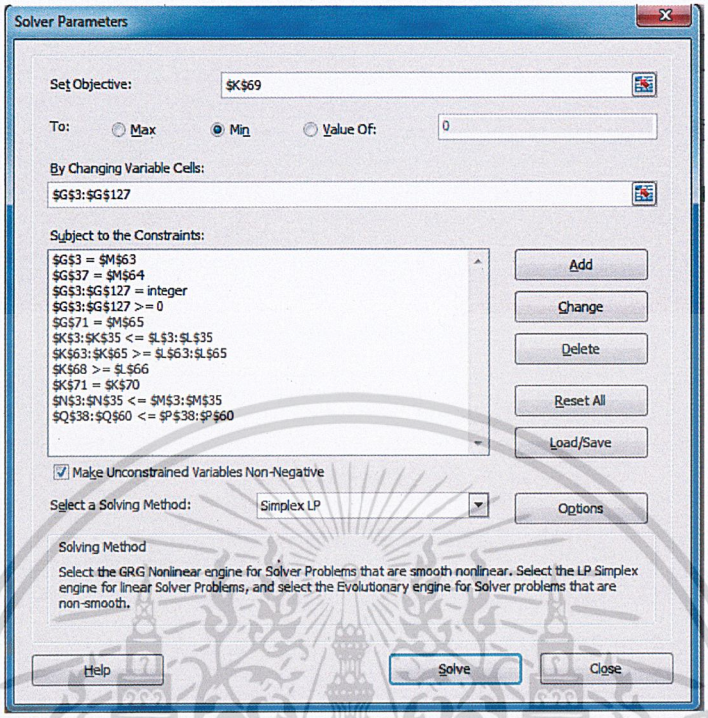


รูปที่ 3.10 เซลล์ Objective Function และเงื่อนไขข้อที่ 1, 2, 5, 7, 8, 9, 11



รูปที่ 3.11 เซลล์เงื่อนไขข้อที่ 6, 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

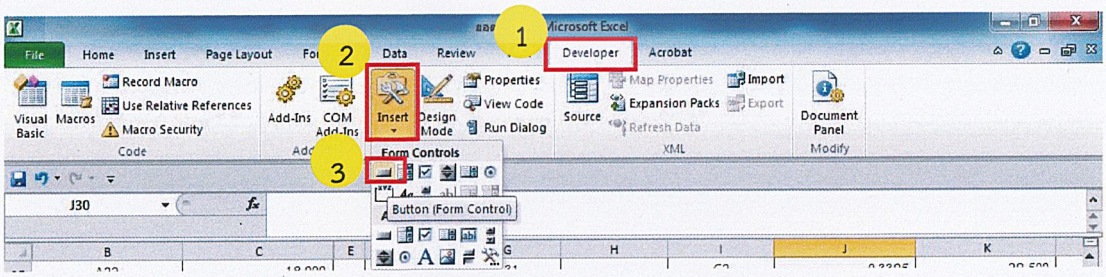


รูปที่ 3.12 หน้าต่าง Solver Parameters หลังจากระบุค่าครบแล้ว

3.4.4 การสร้างโปรแกรม Macro Excel VBA

มาโคร (Macro) เป็นเครื่องมือหนึ่งใน Microsoft Office Excel ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้มาโครมาช่วยเอื้ออำนวยความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมจัดเส้นทางขนส่งขวดที่ได้สร้างขึ้นมา จากเดิมวิธีการใช้งานโปรแกรมคำนวณ Solver ต้องดำเนินการหลายขั้นตอน ดังนั้นจึงได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Macro Excel VBA ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง Macro ดังต่อไปนี้

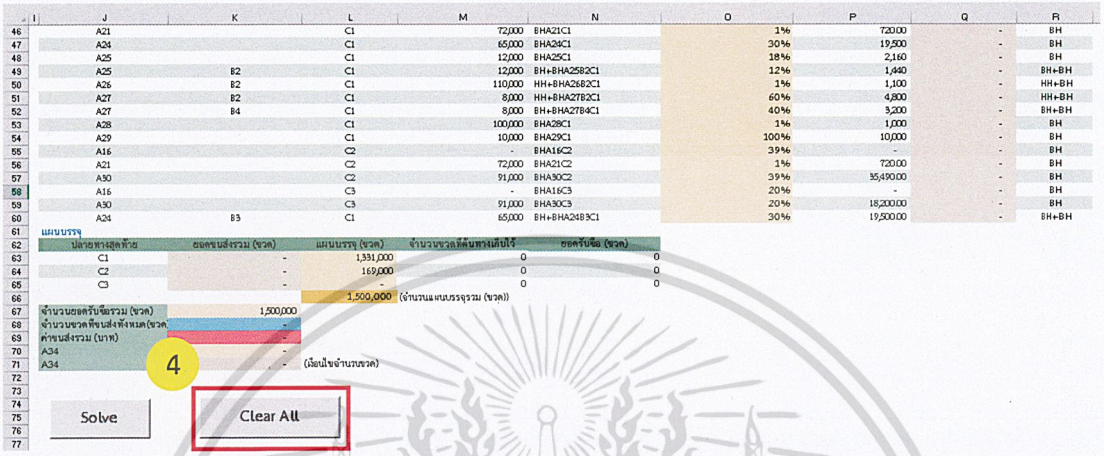
การสร้างปุ่ม Solve เพื่อคำนวณ และการสร้างปุ่ม Clear All เพื่อล้างข้อมูล โดยวิธีการสร้างคือ ให้เลือก Developer >> Insert >> Button ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการสร้างปุ่ม Solve และปุ่ม Clear All

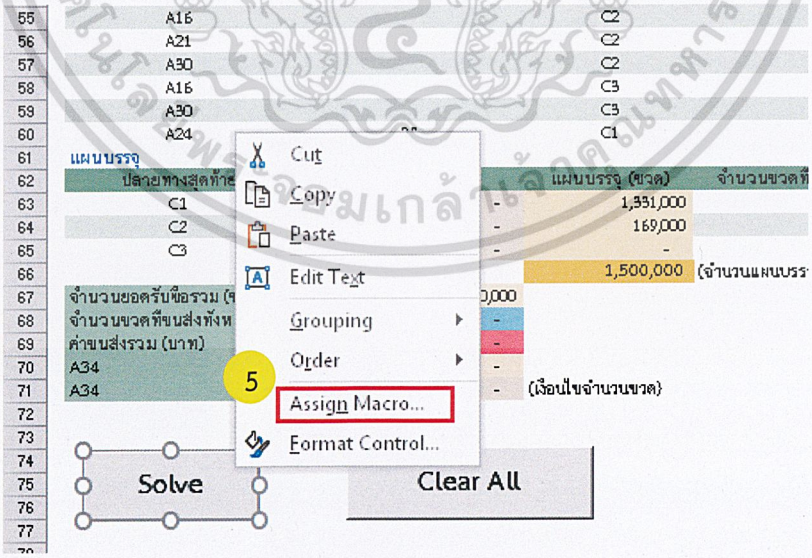
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ทำตามขั้นตอนดังรูปที่ 3.13 แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือวาดปุ่มทั้งสองลงบน Excel จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แสดงปุ่ม Solve และปุ่ม Clear all ที่ได้สร้างขึ้น

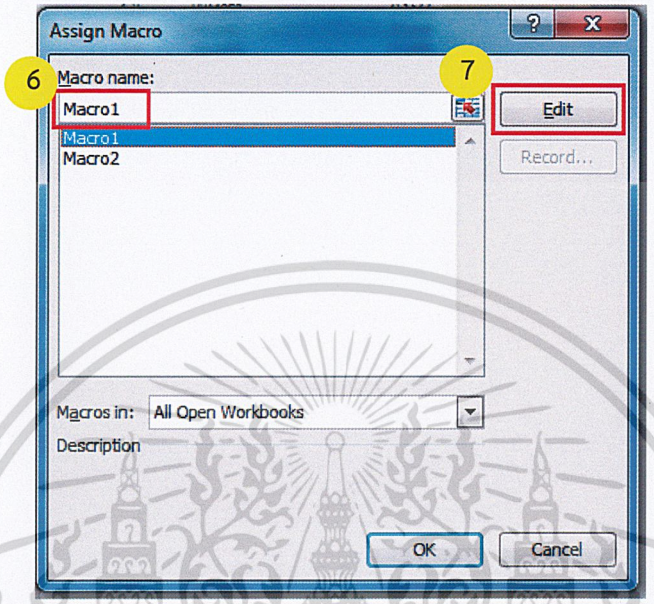
ขั้นตอนต่อมาคือการใส่ Code ให้ปุ่ม Solve เพื่อให้ผู้ใช้กดปุ่มนี้แล้วโปรแกรมคำนวณจัดเส้นทางขนส่งได้เลย การใส่ Code ทำได้โดยการคลิกขวาที่ปุ่ม Solve ที่ได้สร้างขึ้นมา และเลือก Assign Macro... ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การเลือก Assign Macro...

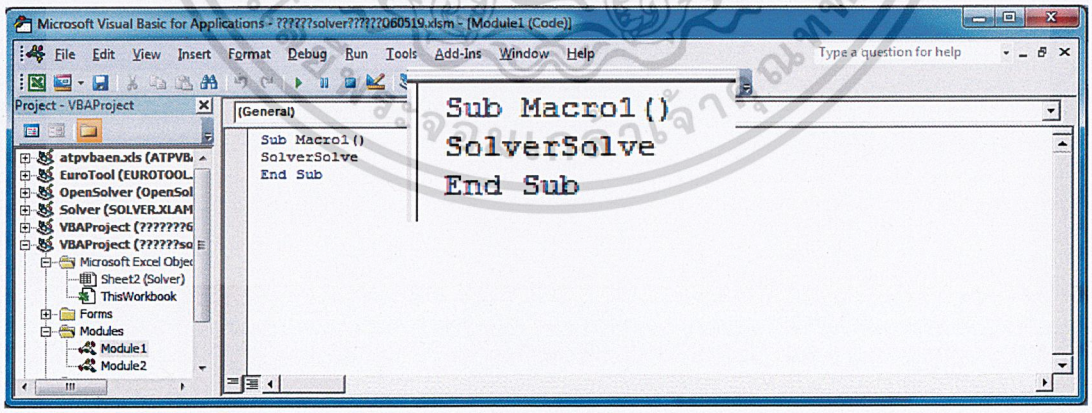
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่กดเลือก Assign Macro... จะขึ้นหน้าต่างดังรูปที่ 3.16 ให้ตั้งชื่อ Macro name: Macro1 และกดเลือก Edit เป็นขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.16 การตั้งชื่อ Macro

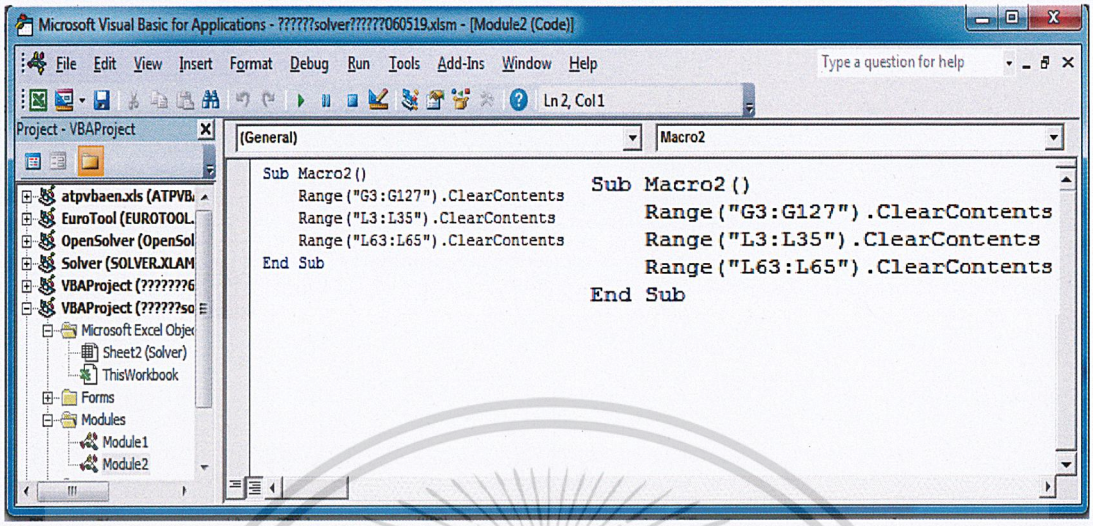
เมื่อกด Edit แล้ว โปรแกรมจะขึ้นหน้าต่างดังรูปที่ 3.16 ขั้นตอนต่อไปคือการใส่ Code เพื่อให้โปรแกรมทำงานตามที่ต้องการ ซึ่งการใส่ Code เป็นดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การใส่ Code ให้ปุ่ม Solve

ขั้นตอนการใส่ Code ให้ปุ่ม Clear All คล้ายกับการใส่ Code ให้ปุ่ม Solve แตกต่างตรงที่การกำหนดชื่อ Macro name: ให้เปลี่ยนเป็น Macro2 และ Code ที่ใส่ให้เปลี่ยนเป็นดังรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 การใส่ Code ให้ปุ่ม Clear All

การสร้าง Macro เพียงเท่านี้ก็จะสามารถใช้งานโปรแกรมการจัดเส้นทางขนส่งขวดได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ก็จะส่งผลดีต่อผู้ใช้ที่ไม่ใช่ผู้สร้างโปรแกรมนี้ขึ้นมาด้วยตัวเอง

ในบทถัดไปจะแสดงผลลัพธ์จากการนำโปรแกรมจัดเส้นทางขนส่งขวดใช้แล้วชนิด A ไปลองทดสอบกับข้อมูลในอดีต ข้อมูลประมาณการในอนาคต และแสดงการเปรียบเทียบของการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมกับการจัดเส้นทางขนส่งแบบเดิมของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลที่ได้จากการนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาใช้สร้างแบบจำลองในการจัดเส้นทางขนส่งขวดใช้แล้วชนิด A ของบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด เพื่อแก้ปัญหาค่าขนส่งจากเดิมที่มากให้มีค่าที่ลดลงกว่าการจัดสรรเส้นทางขนส่งแบบเดิมของบริษัท โดยจะแบ่งเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการจัดเส้นทางขนส่งในอดีตด้วยแบบจำลองสเปรดชีต

4.2 ผลการจัดเส้นทางขนส่งในอดีตด้วยแบบจำลองเทียบกับการจัดเส้นทางขนส่งแบบเดิม

4.3 ผลการจัดเส้นทางขนส่งในอนาคตด้วยแบบจำลองสเปรดชีต

4.1 ผลการจัดเส้นทางขนส่งในอดีตด้วยแบบจำลองสเปรดชีต

เนื่องจากได้รวบรวมข้อมูลยอดรับซื้อของต้นทางและข้อมูลแผนบรรจุของปลายทางที่เกิดขึ้นจริงในอดีต นั่นคือข้อมูลของเดือนกันยายน–ธันวาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งต่อมาได้นำข้อมูลเหล่านี้มาทดสอบกับแบบจำลองจัดเส้นทางขนส่งขวดที่ได้สร้างขึ้น เพื่อเป็นการทดสอบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง เพราะแบบจำลองที่สร้างขึ้นทางบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด มีความต้องการนำแบบจำลองนี้ไปใช้งานกับข้อมูลของบริษัทได้จริง และหวังว่าจะตอบสนองความต้องการในเรื่องของลดต้นทุนค่าขนส่งของบริษัท ซึ่งผลลัพธ์จากการนำแบบจำลองไปทดสอบกับข้อมูลในอดีตจะแสดงดังรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	Code	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
HH	A1		C1	HHA1C1	-	-	-
HH	A4		C1	HHA4C1	0.2677	106,250	28,444.01
HH	A5		C1	HHA5C1	0.1825	77,355	14,119.77
HH	A6		C1	HHA6C1	0.1978	45,000	8,899.04
HH	A10		C1	HHA10C1	0.2475	97,000	24,006.46
HH	A11		C1	HHA11C1	0.4638	-	-
HH	A12		C1	HHA12C1	0.5670	16,000	9,072.65
HH	A13		C1	HHA13C1	0.5234	14,020	7,338.03
HH	A19		C1	HHA19C1	0.1966	1,500	294.91
HH	A20		C1	HHA20C1	0.3958	140,000	55,409.19
HH	A21		C1	HHA21C1	0.3976	70,560	28,054.38
HH	A22		C1	HHA22C1	0.2686	80,000	21,487.18
HH	A23		C1	HHA23C1	0.1966	75,000	14,745.59
HH	A24		C1	HHA24C1	0.5670	26,000	14,743.06
HH	A25		C1	HHA25C1	0.4670	-	-
HH	A26		C1	HHA26C1	0.4638	-	-
HH	A27		C1	HHA27C1	0.4912	-	-
HH	A28		C1	HHA28C1	0.2227	99,000	22,050.24
HH	A29		C1	HHA29C1	0.0880	-	-
HH	A30		C1	HHA30C1	0.4217	91,000	38,371.18
HH	A31		C1	HHA31C1	0.5064	73,000	36,969.90
HH	A13		C2	HHA13C2	0.2809	50,980	14,321.79
HH	A24		C2	HHA24C2	0.4432	-	-
HH	A25		C2	HHA25C2	0.2193	8,400	1,842.21
HH	A26		C2	HHA26C2	0.2181	108,900	23,749.16
HH	A33		C2	HHA33C2	0.1310	-	-
HH	A1		C3	HHA1C3	0.1769	-	-
HH	A33		C3	HHA33C3	0.1143	-	-
HH+BH	A4	B1	C1	HH+BHA4B1C1	0.2382	18,750	4,466.53
BH	A5		C1	BHA5C1	0.1244	18,145	2,257.32
HH+BH	A11	B2	C1	HH+BHA11B2C1	0.3348	-	-
BH+BH	A12	B3	C1	BH+BHA12B3C1	0.3884	24,000	9,321.59
BH	A15		C1	BHA15C1	0.0573	-	-
HH+BH	A17	B2	C1	HH+BHA17B2C1	0.3929	21,000	8,250.74
BH+BH	A17	B4	C1	BH+BHA17B4C1	0.3266	14,000	4,572.04
BH+BH	A18	B2	C1	BH+BHA18B2C1	0.1911	160,000	30,569.31
BH	A21		C1	BHA21C1	0.2604	720	187.51
BH	A24		C1	BHA24C1	0.3838	19,500	7,483.51
BH	A25		C1	BHA25C1	0.3115	2,160	672.94
BH+BH	A25	B2	C1	BH+BHA25B2C1	0.1911	1,440	275.12
HH+BH	A26	B2	C1	HH+BHA26B2C1	0.3348	1,100	368.31
HH+BH	A27	B2	C1	HH+BHA27B2C1	0.3929	4,800	1,885.88
BH+BH	A27	B4	C1	BH+BHA27B4C1	0.3266	3,200	1,045.04
BH	A28		C1	BHA28C1	0.1548	1,000	154.80
BH	A29		C1	BHA29C1	0.0573	10,000	572.62
BH	A16		C2	BHA16C2	0.2148	-	-
BH	A21		C2	BHA21C2	0.1353	720	97.43
BH	A30		C2	BHA30C2	0.2148	-	-
BH	A16		C3	BHA16C3	0.2144	-	-
BH	A30		C3	BHA30C3	0.2144	-	-
HH	A34		C1	HHA34C1	-	-	-
HH	A34		C2	HHA34C2	-	-	-
HH	A34		C3	HHA34C3	-	-	-
BH+BH	A24	B3	C1	BH+BHA24B3C1	0.3884	19,500	7,573.79

รูปที่ 4.1 ผลการจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลองประจำเดือนกันยายน พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	Code	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
HH	A1		C1	HHA1C1	-	-	-
HH	A2		C1	HHA2C1	0.1752	-	-
HH	A3		C1	HHA3C1	0.1766	-	-
HH	A4		C1	HHA4C1	0.2677	66,300	17,749.06
HH	A5		C1	HHA5C1	0.1825	32,400	5,914.04
HH	A6		C1	HHA6C1	0.1978	1,500	296.63
HH	A7		C1	HHA7C1	0.1784	13,000	2,319.10
HH	A8		C1	HHA8C1	0.2213	-	-
HH	A9		C1	HHA9C1	0.2686	-	-
HH	A10		C1	HHA10C1	0.2475	30,000	7,424.68
HH	A11		C1	HHA11C1	0.4638	-	-
HH	A12		C1	HHA12C1	0.5670	2,000	1,134.08
HH	A13		C1	HHA13C1	0.5234	-	-
HH	A14		C1	HHA14C1	0.3963	9,500	3,765.24
HH	A20		C1	HHA20C1	0.3958	32,700	12,942.00
HH	A21		C1	HHA21C1	0.3976	127,400	50,653.75
HH	A22		C1	HHA22C1	0.2686	20,000	5,371.79
HH	A23		C1	HHA23C1	0.1966	32,000	6,291.45
HH	A24		C1	HHA24C1	0.5670	18,000	10,206.73
HH	A28		C1	HHA28C1	0.2227	34,650	7,717.58
HH	A29		C1	HHA29C1	0.0880	-	-
HH	A30		C1	HHA30C1	0.4217	25,000	10,541.53
HH	A31		C1	HHA31C1	0.5064	22,000	11,141.61
HH	A32		C1	HHA32C1	0.1764	15,000	2,646.23
HH	A33		C1	HHA33C1	0.2760	-	-
HH	A1		C2	HHA1C2	0.1756	-	-
HH	A2		C2	HHA2C2	-	-	-
HH	A13		C2	HHA13C2	0.2809	80,000	22,474.36
HH	A20		C2	HHA20C2	0.1684	42,300	7,123.44
HH	A25		C2	HHA25C2	0.2193	7,000	1,535.18
HH	A26		C2	HHA26C2	0.2181	59,400	12,954.09
HH	A33		C2	HHA33C2	0.1310	-	-
HH	A1		C3	HHA1C3	0.1769	-	-
HH	A2		C3	HHA2C3	0.0581	-	-
HH	A3		C3	HHA3C3	-	-	-
HH	A33		C3	HHA33C3	0.1143	-	-
HH+BH	A4	B1	C1	HH+BHA4B1C1	0.2382	11,700	2,787.12
BH	A5		C1	BHA5C1	0.1244	7,600	945.48
HH+BH	A11	B2	C1	HH+BHA11B2C1	0.3348	-	-
BH+BH	A12	B3	C1	BH+BHA12B3C1	0.3884	3,000	1,165.20
BH	A15		C1	BHA15C1	0.0573	-	-
HH+BH	A17	B2	C1	HH+BHA17B2C1	0.3929	10,800	4,243.24
BH+BH	A17	B4	C1	BH+BHA17B4C1	0.3266	7,200	2,351.33
BH+BH	A18	B2	C1	BH+BHA18B2C1	0.1911	85,000	16,239.95
BH	A21		C1	BHA21C1	0.2604	1,300	338.57
BH	A24		C1	BHA24C1	0.3838	13,500	5,180.89
BH	A25		C1	BHA25C1	0.3115	1,800	560.79
BH+BH	A25	B2	C1	BH+BHA25B2C1	0.1911	1,200	229.27
HH+BH	A26	B2	C1	HH+BHA26B2C1	0.3348	600	200.90
HH+BH	A27	B2	C1	HH+BHA27B2C1	0.3929	5,400	2,121.62
BH+BH	A27	B4	C1	BH+BHA27B4C1	0.3266	3,600	1,175.67
BH	A28		C1	BHA28C1	0.1548	350	54.18
BH	A29		C1	BHA29C1	0.0573	12,000	687.14
BH	A16		C2	BHA16C2	0.2148	-	-
BH	A21		C2	BHA21C2	0.1353	1,300	175.91
BH	A30		C2	BHA30C2	0.2148	-	-
BH	A16		C3	BHA16C3	0.2144	-	-
BH	A30		C3	BHA30C3	0.2144	-	-
HH	A34		C1	HHA34C1	-	-	-
HH	A34		C2	HHA34C2	-	-	-
HH	A34		C3	HHA34C3	-	-	-
BH+BH	A24	B3	C1	BH+BHA24B3C1	0.3884	13,500	5,243.39

รูปที่ 4.2 ผลการจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลองประจำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	Code	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
HH	A1		C1	HHA1C1	-	-	-
HH	A2		C1	HHA2C1	0.1752	-	-
HH	A3		C1	HHA3C1	0.1766	-	-
HH	A4		C1	HHA4C1	0.2677	66,300	17,749.06
HH	A5		C1	HHA5C1	0.1825	14,580	2,661.32
HH	A6		C1	HHA6C1	0.1978	-	-
HH	A7		C1	HHA7C1	0.1784	31,000	5,530.15
HH	A8		C1	HHA8C1	0.2213	-	-
HH	A9		C1	HHA9C1	0.2686	-	-
HH	A10		C1	HHA10C1	0.2475	25,000	6,187.23
HH	A11		C1	HHA11C1	0.4638	-	-
HH	A12		C1	HHA12C1	0.5670	3,400	1,927.94
HH	A22		C1	HHA22C1	0.2686	28,000	7,520.51
HH	A23		C1	HHA23C1	0.1966	28,000	5,505.02
HH	A24		C1	HHA24C1	0.5670	12,000	6,804.49
HH	A28		C1	HHA28C1	0.2227	34,650	7,717.58
HH	A29		C1	HHA29C1	0.0880	-	-
HH	A30		C1	HHA30C1	0.4217	36,600	15,432.80
HH	A31		C1	HHA31C1	0.5064	-	-
HH	A32		C1	HHA32C1	0.1764	180,000	31,754.81
HH	A33		C1	HHA33C1	0.2760	76,000	20,977.14
HH	A13		C2	HHA13C2	0.2809	80,000	22,474.36
HH	A14		C2	HHA14C2	0.2109	15,000	3,163.86
HH	A17		C2	HHA17C2	0.2311	9,980	2,306.54
HH	A20		C2	HHA20C2	0.1684	28,000	4,715.28
HH	A21		C2	HHA21C2	0.2098	117,600	24,675.90
HH	A25		C2	HHA25C2	0.2193	8,400	1,842.21
HH	A26		C2	HHA26C2	0.2181	67,320	14,681.30
HH	A27		C2	HHA27C2	0.2311	18,600	4,298.77
HH	A31		C2	HHA31C2	0.3395	20,000	6,789.53
HH	A33		C2	HHA33C2	0.1310	-	-
HH	A1		C3	HHA1C3	0.1769	-	-
HH	A33		C3	HHA33C3	0.1143	-	-
HH+BH	A4	B1	C1	HH+BHA4B1C1	0.2382	11,700	2,787.12
BH	A5		C1	BHA5C1	0.1244	3,420	425.46
HH+BH	A11	B2	C1	HH+BHA11B2C1	0.3348	1,500	502.24
BH+BH	A12	B3	C1	BH+BHA12B3C1	0.3884	5,100	1,980.84
BH	A15		C1	BHA15C1	0.0573	-	-
HH+BH	A17	B2	C1	HH+BHA17B2C1	0.3929	18,820	7,394.23
BH+BH	A17	B4	C1	BH+BHA17B4C1	0.3266	19,200	6,270.22
BH+BH	A18	B2	C1	BH+BHA18B2C1	0.1911	79,000	15,093.60
BH	A21		C1	BHA21C1	0.2604	1,200	312.52
BH	A24		C1	BHA24C1	0.3838	9,000	3,453.93
BH	A25		C1	BHA25C1	0.3115	2,160	672.94
BH+BH	A25	B2	C1	BH+BHA25B2C1	0.1911	1,440	275.12
HH+BH	A26	B2	C1	HH+BHA26B2C1	0.3348	680	227.68
HH+BH	A27	B2	C1	HH+BHA27B2C1	0.3929	-	-
BH+BH	A27	B4	C1	BH+BHA27B4C1	0.3266	12,400	4,049.52
BH	A28		C1	BHA28C1	0.1548	350	54.18
BH	A29		C1	BHA29C1	0.0573	-	-
BH	A16		C2	BHA16C2	0.2148	-	-
BH	A21		C2	BHA21C2	0.1353	1,200	162.38
BH	A30		C2	BHA30C2	0.2148	23,400	5,026.36
BH	A16		C3	BHA16C3	0.2144	-	-
BH	A30		C3	BHA30C3	0.2144	-	-
HH	A34		C1	HHA34C1	-	-	-
HH	A34		C2	HHA34C2	-	-	-
HH	A34		C3	HHA34C3	-	-	-
BH+BH	A24	B3	C1	BH+BHA24B3C1	0.3884	9,000	3,495.60

รูปที่ 4.3 ผลการจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลองประจำเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	Code	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
HH	A1		C1	HHA1C1	-	-	-
HH	A2		C1	HHA2C1	0.1752	-	-
HH	A3		C1	HHA3C1	0.1766	-	-
HH	A4		C1	HHA4C1	0.2677	29,750	7,964.32
HH	A5		C1	HHA5C1	0.1825	18,630	3,400.57
HH	A6		C1	HHA6C1	0.1978	-	-
HH	A7		C1	HHA7C1	0.1784	18,000	3,211.06
HH	A10		C1	HHA10C1	0.2475	6,500	1,608.68
HH	A22		C1	HHA22C1	0.2686	4,500	1,208.65
HH	A23		C1	HHA23C1	0.1966	13,000	2,555.90
HH	A24		C1	HHA24C1	0.5670	18,000	10,206.73
HH	A28		C1	HHA28C1	0.2227	24,750	5,512.56
HH	A29		C1	HHA29C1	0.0880	-	-
HH	A30		C1	HHA30C1	0.4217	6,710	2,829.35
HH	A31		C1	HHA31C1	0.5064	-	-
HH	A32		C1	HHA32C1	0.1764	90,000	15,877.40
HH	A33		C1	HHA33C1	0.2760	19,655	5,425.07
HH	A1		C2	HHA1C2	0.1756	-	-
HH	A13		C2	HHA13C2	0.2809	50,000	14,046.47
HH	A14		C2	HHA14C2	0.2109	8,000	1,687.39
HH	A15		C2	HHA15C2	0.1027	-	-
HH	A16		C2	HHA16C2	0.2871	-	-
HH	A17		C2	HHA17C2	0.2311	5,700	1,317.36
HH	A21		C2	HHA21C2	0.2098	54,390	11,412.60
HH	A25		C2	HHA25C2	0.2193	11,550	2,533.04
HH	A26		C2	HHA26C2	0.2181	32,670	7,124.75
HH	A27		C2	HHA27C2	0.2311	9,000	2,080.05
HH	A28		C2	HHA28C2	0.4121	-	-
HH	A29		C2	HHA29C2	0.1027	-	-
HH	A30		C2	HHA30C2	0.2871	-	-
HH	A31		C2	HHA31C2	0.3395	20,500	6,959.27
HH	A32		C2	HHA32C2	0.0583	-	-
HH	A33		C2	HHA33C2	0.1310	20,345	2,664.85
HH	A1		C3	HHA1C3	0.1769	-	-
HH	A2		C3	HHA2C3	0.0581	-	-
HH	A33		C3	HHA33C3	0.1143	-	-
HH+BH	A4	B1	C1	HH+BHA4B1C1	0.2382	5,250	1,250.63
BH	A5		C1	BHA5C1	0.1244	4,370	543.65
HH+BH	A11	B2	C1	HH+BHA11B2C1	0.3348	-	-
BH+BH	A12	B3	C1	BH+BHA12B3C1	0.3884	-	-
BH	A15		C1	BHA15C1	0.0573	-	-
HH+BH	A17	B2	C1	HH+BHA17B2C1	0.3929	-	-
BH+BH	A17	B4	C1	BH+BHA17B4C1	0.3266	3,800	1,240.98
BH+BH	A18	B2	C1	BH+BHA18B2C1	0.1911	31,000	5,922.80
BH	A21		C1	BHA21C1	0.2604	555	144.54
BH	A24		C1	BHA24C1	0.3838	13,500	5,180.89
BH	A25		C1	BHA25C1	0.3115	2,970	925.30
BH+BH	A25	B2	C1	BH+BHA25B2C1	0.1911	1,980	378.30
HH+BH	A26	B2	C1	HH+BHA26B2C1	0.3348	330	110.49
HH+BH	A27	B2	C1	HH+BHA27B2C1	0.3929	-	-
BH+BH	A27	B4	C1	BH+BHA27B4C1	0.3266	6,000	1,959.44
BH	A28		C1	BHA28C1	0.1548	250	38.70
BH	A29		C1	BHA29C1	0.0573	-	-
BH	A16		C2	BHA16C2	0.2148	-	-
BH	A21		C2	BHA21C2	0.1353	555	75.10
BH	A30		C2	BHA30C2	0.2148	4,290	921.50
BH	A16		C3	BHA16C3	0.2144	-	-
BH	A30		C3	BHA30C3	0.2144	-	-
HH	A34		C1	HHA34C1	-	-	-
HH	A34		C2	HHA34C2	-	-	-
HH	A34		C3	HHA34C3	-	-	-
BH+BH	A24	B3	C1	BH+BHA24B3C1	0.3884	13,500	5,243.39

รูปที่ 4.4 ผลการจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลองประจำเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการจัดเส้นทางขนส่งขวดในอดีตด้วยแบบจำลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.4 ทำให้ทราบถึงรูปแบบการขนส่ง ขอยกตัวอย่างผลการจัดเส้นทางขนส่งด้วยแบบจำลองประจำเดือนธันวาคม พ.ศ. 2651 รูปที่ 4.4 แถวที่ 4 หมายความว่า ควรขนส่งขวดจากต้นทาง A4 ไปยังปลายทาง C1 ด้วยประเภทขนส่ง HH เป็นจำนวน 29,750 ขวด ค่าขนส่งคือ 29,750 x 0.2677 = 7,964.32 บาท แถวสุดท้ายของรูปที่ 4.4 หมายความว่า ควรขนส่งขวดจากต้นทาง A24 ไปยังปลายทาง C1 ด้วยประเภทขนส่ง BH+BH โดยแวะที่ท่าพัก B3 เพื่อเปลี่ยนรถขนส่ง และขนส่งขวดเป็นจำนวน 13,500 ขวด ค่าขนส่งคือ 13,500 x 0.3884 = 5,243.39 บาท ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเป็นการจัดเส้นทางขนส่งที่เกิดค่าขนส่งคุ้มค่าที่สุด

4.2 ผลการจัดเส้นทางขนส่งในอดีตด้วยแบบจำลองเทียบกับการจัดเส้นทางขนส่งแบบเดิม

ผลที่ได้จากการนำข้อมูลยอดรับซื้อของต้นทางและแผนบรรจุของปลายทางที่เกิดขึ้นจริงในอดีตไปใช้กับแบบจำลองจัดเส้นทางขนส่งขวดดังรูปที่ 4.1 เมื่อนำมาเทียบกับการจัดเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมของ TBR ดังที่เคยแสดงไว้ในตารางที่ 3.6 จะเห็นถึงรูปแบบที่เปลี่ยนไปของการขนส่งขวด ซึ่งรูปแบบความแตกต่างนั้นขึ้นอยู่กับยอดรับซื้อ แผนบรรจุ และเงื่อนไขที่ได้กำหนดขึ้น จึงทำให้ผลลัพธ์ของรูปแบบการขนส่งในแต่ละครั้งที่เราคำนวณไม่เหมือนกัน จึงขอยกตัวอย่างการเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 ตัวอย่างเช่น การขนส่งขวดจากต้นทาง A4 ทั้งจากการจัดเส้นทางแบบเดิมของ TBR และแบบใหม่ที่ได้จากการใช้แบบจำลอง ผลลัพธ์คือควรส่งไปที่ปลายทาง C1 ประเภทขนส่งมีทั้ง Head Haul, Back Haul เหมือนกัน แต่สิ่งที่ต่างกันคือจำนวนขวดที่ขนส่ง จากเดิมบริษัทขนส่งขวดจากต้นทาง A4 ไปยังปลายทาง C1 ประเภทขนส่ง Head Haul ด้วยจำนวน 100,000 ขวด และขนส่งด้วยประเภท Back Haul จำนวน 25,000 ขวด หากใช้แบบจำลองจัดเส้นทางขนส่งขวดจะทำให้ทราบว่าควรปรับเปลี่ยนจำนวนขวดที่ทำการขนส่งจากเดิมเป็นขนส่งขวดจำนวน 106,250 ขวดในเส้นทาง Head Haul และขนส่งประเภท Back Haul ด้วยจำนวน 18,750 ขวด จึงจะทำให้เกิดค่าขนส่งที่คุ้มค่าที่สุด

นอกจากความแตกต่างของจำนวนขวดขนส่งแล้ว ยังมีความแตกต่างในเรื่องของปลายทางสุดท้ายประเภทขนส่ง ที่เปลี่ยนไปจากการจัดเส้นทางแบบเดิม ต่อไปจะขอยกตัวอย่างความแตกต่างของรูปแบบการขนส่งเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 ระหว่างการจัดสรรเส้นทางแบบเดิมและการจัดเส้นทางโดยใช้แบบจำลองการจัดเส้นทางที่ได้สร้างขึ้น โดยตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 ขอกล่าวถึงความหมายของแถบสีเพื่อให้เข้าใจง่ายคือ แถบสีเหลืองแทนความแตกต่างของจำนวนขวดขนส่ง แถบสีชมพูแทนความแตกต่างของประเภทขนส่งและจำนวนขวดขนส่ง แถบสีม่วงแทนความแตกต่างของปลายทางสุดท้ายและจำนวนขวดขนส่ง และแถบสีเทาแทนความแตกต่างของประเภทขนส่ง ปลายทางสุดท้าย และจำนวนขวดขนส่ง ดังนั้นการเปรียบเทียบจัดเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมและแบบที่ใช้แบบจำลองจัดเส้นทางจะแสดงถึงความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การจัดเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิม

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
HH+BH	A4	B1	C1	0.2382	25,000	5,955.38
HH	A4		C1	0.2677	100,000	26,770.83
BH	A5		C1	0.1244	5,500	684.23
HH	A5		C1	0.1825	90,000	16,427.88
HH	A6		C1	0.1978	45,000	8,899.04
HH	A10		C1	0.2475	97,000	24,006.46
BH+BH	A12	B3	C1	0.3884	40,000	15,535.98
HH	A13		C1	0.5234	65,000	34,020.83
BH+BH	A17	B4	C1	0.3266	35,000	11,430.09
BH+BH	A18	B2	C1	0.1911	160,000	30,569.31
HH	A19		C1	0.1966	1,500	294.91
HH	A20		C1	0.3958	140,000	55,409.19
HH	A21		C1	0.3976	72,000	28,626.92
HH	A22		C1	0.2686	80,000	21,487.18
HH	A23		C2	0.1159	5,000	579.33
HH	A23		C1	0.1966	70,000	13,762.55
HH	A24		C1	0.5670	65,000	36,857.64
HH	A25		C1	0.4670	12,000	5,603.85
BH	A26		C1	0.3348	10,000	3,348.26
HH	A26		C1	0.4638	100,000	46,380.88
BH+BH	A27	B4	C1	0.3266	8,000	2,612.59
HH	A28		C1	0.2227	100,000	22,272.97
BH	A29		C1	0.0573	10,000	572.62
BH	A30		C2	0.2148	70,000	15,036.11
HH	A30		C2	0.2871	21,000	6,028.53
HH	A31		C2	0.3395	73,000	24,781.78
รวม					**1,500,000**	**457,955.35**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลอง

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
HH	A4		C1	0.2677	106,250	28,444.01
HH+BH	A4	B1	C1	0.2382	18,750	4,466.53
HH	A5		C1	0.1825	77,355	14,119.77
BH	A5		C1	0.1244	18,145	2,257.32
HH	A6		C1	0.1978	45,000	8,899.04
HH	A10		C1	0.2475	97,000	24,006.46
HH	A12		C1	0.5670	16,000	9,072.65
BH+BH	A12	B3	C1	0.3884	24,000	9,321.59
HH	A13		C1	0.5234	14,020	7,338.03
HH	A13		C2	0.2809	50,980	14,321.79
HH+BH	A17	B2	C1	0.3929	21,000	8,250.74
BH+BH	A17	B4	C1	0.3266	14,000	4,572.04
BH+BH	A18	B2	C1	0.1911	160,000	30,569.31
HH	A19		C1	0.1966	1,500	294.91
HH	A20		C1	0.3958	140,000	55,409.19
HH	A21		C1	0.3976	70,560	28,054.38
BH	A21		C1	0.2604	720	187.51
BH	A21		C2	0.1353	720	97.43
HH	A22		C1	0.2686	80,000	21,487.18
HH	A23		C1	0.1966	75,000	14,745.59
HH	A24		C1	0.5670	26,000	14,743.06
BH	A24		C1	0.3838	19,500	7,483.51
BH+BH	A24	B3	C1	0.3884	19,500	7,573.79
HH	A25		C2	0.2193	8,400	1,842.21
BH	A25		C1	0.3115	2,160	672.94
BH+BH	A25	B2	C1	0.1911	1,440	275.12
HH	A26		C2	0.2181	108,900	23,749.16
HH+BH	A26	B2	C1	0.3348	1,100	368.31
HH+BH	A27	B2	C1	0.3929	4,800	1,885.88
BH+BH	A27	B4	C1	0.3266	3,200	1,045.04
HH	A28		C1	0.2227	99,000	22,050.24
BH	A28		C1	0.1548	1,000	154.80
BH	A29		C1	0.0573	10,000	572.62
HH	A30		C1	0.4217	91,000	38,371.18
HH	A31		C1	0.5064	73,000	36,969.90
รวม					**1,500,000**	**443,673.24**

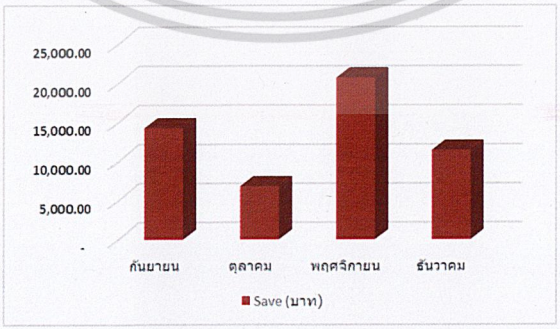
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.1 คือการจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดแบบเดิมของ TBR และตารางที่ 4.2 คือการจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดโดยใช้แบบจำลองจัดเส้นทาง ผลจากการจัดเส้นทางโดยใช้แบบจำลองทำให้เกิดค่าขนส่งที่น้อยไปกว่าเดิม จากที่ได้นำข้อมูลในอดีตมาลองทดสอบใช้กับแบบจำลองทำให้ทราบว่า ถ้า TBR ปรับเปลี่ยนการจัดเส้นทางขนส่งขวดตามที่แบบจำลองแสดงผลออกมา จะทำให้ค่าขนส่งเปลี่ยนไปจากเดิม คือค่าขนส่งลดน้อยลงกว่าการจัดสรรเส้นทางแบบเดิม ซึ่งค่าขนส่งที่เปลี่ยนไปจะแสดงให้เห็นดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความแตกต่างของค่าขนส่งก่อน–หลังใช้แบบจำลองจัดเส้นทางขนส่งขวด

	ก่อนใช้โปรแกรม (บาท)	หลังใช้โปรแกรม (บาท)	Save (บาท)
กันยายน	457,955.35	443,673.24	14,282.11
ตุลาคม	250,719.20	243,903.22	6,815.98
พฤศจิกายน	287,623.65	266,899.75	20,723.90
ธันวาคม	144,997.28	133,561.81	11,435.47
รวม	1,141,295.47	1,088,038.02	53,257.46

จากตารางที่ 4.3 นอกจากจะเห็นถึงความแตกต่างของค่าขนส่งระหว่างการจัดสรรเส้นทางแบบเดิมและการจัดสรรเส้นทางโดยใช้แบบจำลองแล้ว ยังแสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินค่าขนส่งที่ประหยัดไปได้ที่แสดงในคอลัมน์ Save จากการที่ได้นำแบบจำลองมาลองใช้กับข้อมูลในอดีตและเกิดผลลัพธ์ค่าขนส่งที่ลดลงไปกว่าเดิม เป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่าโปรแกรมคำนวณจัดเส้นทางขนส่งที่ได้สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพและสามารถใช้ได้จริง ซึ่งค่าขนส่งที่สามารถประหยัดได้ในแต่ละเดือนขอนำเสนอเป็นกราฟเพื่อให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กราฟค่าขนส่งที่สามารถประหยัดได้ในแต่ละเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการจัดเส้นทางขนส่งในอนาคตด้วยแบบจำลองสเปรดชีต

ประเภทขนส่ง	ต้นทาง	Cross Dock	ปลายทาง	Code	ค่าขนส่ง (บาท/ขวด)	จำนวนขวดที่ขนส่ง (ขวด)	ค่าขนส่งรวม (บาท)
HH	A1		C1	HHA1C1	-	500,000	-
HH	A2		C1	HHA2C1	0.1752	200,000	35,037.39
HH	A3		C1	HHA3C1	0.1766	-	-
HH	A4		C1	HHA4C1	0.2677	297,500	79,643.23
HH	A5		C1	HHA5C1	0.1825	283,500	51,747.84
HH	A6		C1	HHA6C1	0.1978	200,000	39,551.28
HH	A7		C1	HHA7C1	0.1784	100,000	17,839.21
HH	A8		C1	HHA8C1	0.2213	120,000	26,551.28
HH	A9		C1	HHA9C1	0.2686	80,000	21,487.18
HH	A10		C1	HHA10C1	0.2475	70,000	17,324.25
HH	A11		C1	HHA11C1	0.4638	-	-
HH	A12		C1	HHA12C1	0.5670	112,000	63,508.55
HH	A13		C1	HHA13C1	0.5234	520,000	272,166.67
HH	A14		C1	HHA14C1	0.3963	65,000	25,762.15
HH	A15		C1	HHA15C1	0.0880	-	-
HH	A16		C1	HHA16C1	0.4217	160,000	67,465.81
HH	A17		C1	HHA17C1	0.4912	-	-
HH	A18		C1	HHA18C1	0.2737	-	-
HH	A19		C1	HHA19C1	0.1966	360,000	70,778.85
HH	A20		C1	HHA20C1	0.3958	306,000	121,108.65
HH	A21		C1	HHA21C1	0.3976	79,200	31,489.62
HH	A33		C1	HHA33C1	0.2760	-	-
HH	A1		C2	HHA1C2	0.1756	-	-
HH	A2		C2	HHA2C2	-	1,000,000	-
HH	A33		C2	HHA33C2	0.1310	-	-
HH	A1		C3	HHA1C3	0.1769	-	-
HH	A2		C3	HHA2C3	0.0581	-	-
HH	A3		C3	HHA3C3	-	400,000	-
HH	A4		C3	HHA4C3	0.3243	-	-
HH	A18		C3	HHA18C3	0.1933	-	-
HH	A19		C3	HHA19C3	0.1159	-	-
HH	A20		C3	HHA20C3	0.1459	44,000	6,417.84
HH	A33		C3	HHA33C3	0.1143	-	-
HH+BH	A4	B1	C1	HH+BHA4B1C1	0.2382	52,500	12,506.29
BH	A5		C1	BHA5C1	0.1244	66,500	8,272.92
HH+BH	A11	B2	C1	HH+BHA11B2C1	0.3348	300,000	100,447.80
BH+BH	A12	B3	C1	BH+BHA12B3C1	0.3884	168,000	65,251.11
BH	A15		C1	BHA15C1	0.0573	29,000	1,660.60
HH+BH	A17	B2	C1	HH+BHA17B2C1	0.3929	306,000	120,225.03
BH+BH	A17	B4	C1	BH+BHA17B4C1	0.3266	204,000	66,621.11
BH+BH	A18	B2	C1	BH+BHA18B2C1	0.1911	420,000	80,244.44
BH	A21		C1	BHA21C1	0.2604	800	208.35
BH	A24		C1	BHA24C1	0.3838	-	-
BH	A25		C1	BHA25C1	0.3115	-	-
BH+BH	A25	B2	C1	BH+BHA25B2C1	0.1911	-	-
HH+BH	A26	B2	C1	HH+BHA26B2C1	0.3348	-	-
HH+BH	A27	B2	C1	HH+BHA27B2C1	0.3929	-	-
BH+BH	A27	B4	C1	BH+BHA27B4C1	0.3266	-	-
BH	A28		C1	BHA28C1	0.1548	-	-
BH	A29		C1	BHA29C1	0.0573	-	-
BH	A16		C2	BHA16C2	0.2148	-	-
BH	A21		C2	BHA21C2	0.1353	-	-
BH	A30		C2	BHA30C2	0.2148	-	-
BH	A16		C3	BHA16C3	0.2144	-	-
BH	A30		C3	BHA30C3	0.2144	-	-
BH+BH	A24	B3	C1	BH+BHA24B3C1	0.3884	-	-

รูปที่ 4.6 ผลการจัดเส้นทางขนส่งขวดด้วยแบบจำลองประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

การปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ได้ศึกษาการจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดใช้แล้วชนิด A ของบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด ให้มีประสิทธิภาพและเกิดค่าขนส่งที่คุ้มค่ามากที่สุด รวมทั้งเพื่อตอบสนองความต้องการของบริษัทนั่นคือการลดต้นทุนค่าขนส่งให้ได้มากที่สุด โดยได้นำเอาแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งผลจากการแก้ปัญหาจัดเส้นทางขนส่งขวดสามารถสรุปได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากที่ได้เข้าไปปฏิบัติสหกิจศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดใช้แล้วชนิด A ตั้งแต่การวิเคราะห์เส้นทางขนส่งของข้อมูลยอดรับซื้อและแผนบรรจุในอดีต ตั้งแต่เดือนกันยายน–ธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมถึงข้อมูลประมาณการยอดรับซื้อและแผนบรรจุในอนาคต นั่นคือข้อมูลเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 ของบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด และนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรม โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมเสริม Solver ที่มีอยู่ในโปรแกรม Microsoft Office Excel ในการทดลองแก้ปัญหา โดยการสร้างเครื่องมือ Solver ขึ้นมา และใช้ Macro เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้โปรแกรมจัดเส้นทางขนส่งขวดมากยิ่งขึ้น ผลการทดลองพบว่าผลลัพธ์ที่ได้คือ โปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถจัดเส้นทางขนส่งขวดที่เหมาะสมได้ในระยะเวลาอันรวดเร็วภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด สามารถใช้โปรแกรมเป็นแนวทางในการจัดเส้นทางขนส่งขวดในอนาคตได้ นอกจากนี้การจัดสรรเส้นทางขนส่งโดยใช้โปรแกรมยังให้ค่าขนส่งที่คุ้มค่าที่สุด การสร้างโปรแกรมเพื่อจัดเส้นทางขนส่งขวดให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่สุดเพื่อตอบสนองความต้องการของทางบริษัท นั่นคือการลดต้นทุนค่าขนส่ง และโปรแกรมนี้ยังตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ภายในบริษัทที่มีหน้าที่วางแผนจัดเส้นทางขนส่งขวด เนื่องจากได้มีการสร้างสูตรการคำนวณไว้ครบถ้วนแล้ว ซึ่งสะดวกต่อการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งขวดเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

ผลลัพธ์ที่ได้จากสหกิจศึกษานี้ พบข้อจำกัดหลายประการ ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ ใช้กับหน่วยงานของบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัดเท่านั้น ดังนั้นหากมีการนำงานวิจัยนี้ไปใช้กับหน่วยงานอื่น อาจจะต้องประยุกต์และมีการแก้ไข ปรับปรุงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการดำเนินงานของหน่วยงานนั้นๆ
2. ข้อมูลที่ใช้ในตารางยอดรับซื้อ ตารางแผนบรรจุ ตารางค่าขนส่ง และตารางอื่นๆ เป็นตารางที่ถูกพิจารณาแค่ช่วงระยะเวลาหนึ่ง นั่นคือเดือนกันยายน–ธันวาคม พ.ศ. 2561 และเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 โดยได้นำข้อมูลบางส่วนมาเพื่อวิเคราะห์และจัดทำงานวิจัยนี้
3. ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมคำนวณจัดเส้นทางขนส่งขวด จัดทำขึ้นเฉพาะต้นทาง 33 ต้นทาง และปลายทาง 3 ต้นทาง ซึ่งเป็นเส้นทางที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันของบริษัท ในกรณีที่มีการนำโปรแกรมไปใช้ในอนาคตนั้น ถ้ามีต้นทางหรือปลายทางเพิ่มมาใหม่จะต้องเพิ่มข้อมูลเข้าไปในฐานข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมสามารถคำนวณจัดเส้นทางขนส่งขวดได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. จากที่ได้ใช้โปรแกรมเสริม Solver ในการแก้ปัญหาจัดเส้นทางขนส่งขวด ซึ่งโปรแกรมนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของตัวแปร และเงื่อนไขที่ป้อนเข้าไป นั่นคือโปรแกรมนี้สามารถคำนวณได้เพียง 200 ตัวแปร 100 เงื่อนไข เท่านั้น ถ้าผู้ใช้งานโปรแกรมป้อนข้อมูลเข้าไปเกินข้อจำกัด โปรแกรมก็จะไม่สามารถคำนวณค่าออกมาได้ และเกิดข้อผิดพลาด

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาและปรับปรุงวิธีการจัดสรรเส้นทางขนส่งขวด ดังนี้

1. ควรมีการพัฒนาเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น หากผู้ใช้งานโปรแกรมต้องการเพิ่มต้นทางจากเดิมที่มีอยู่แล้ว จะมีขั้นตอนการเพิ่มที่ยุ่งยาก แต่ถ้าเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถเพิ่มต้นทางได้อย่างง่าย ก็จะสามารถลดระยะเวลาในการจัดสรรเส้นทางขนส่งขวดได้
2. เนื่องจากข้อจำกัดของ Solver ที่ใช้แก้ปัญหาจัดเส้นทางขนส่งขวด ในเรื่องของจำนวนตัวแปรที่ใช้คำนวณ และจำนวนเงื่อนไขต่างๆ ที่ครอบคลุมในการแก้ปัญหานั้น จึงอยากขอเสนอแนะโปรแกรมที่สามารถใช้แก้ปัญหาในลักษณะเดียวกันได้ แต่สามารถรองรับตัวแปรและเงื่อนไขได้มากกว่า Solver นั่นคือโปรแกรม Open Solver ซึ่งสามารถคำนวณจัดเส้นทางขนส่งขวดได้หลายเส้นทางมากยิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำโปรแกรมไปประยุกต์ใช้คำนวณจัดเส้นทางขนส่งขวดชนิดอื่นๆ ของบริษัทได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ. 2554. การจัดการโลจิสติกส์. กรุงเทพฯ : อิงค์.

จุฑารัตน์ บุษยานุรักษ์. 2553. “การจัดรถโดยสารที่เหมาะสมสำหรับตารางการเดินรถ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ดุสิต กอปรรักชาติ. 2556. Advanced Excel. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น.

พอเจตน์ จิตพิพัฒน์พงศ์. 2552. “การใช้โปรแกรมเอกเซลโซลเวอร์เพื่อปรับปรุงรถขนส่งสินค้า.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศักดิ์สิทธิ์ ศุขสุเมฆ. 2557. สร้างแบบจำลองเพื่อการตัดสินใจ (Optimization Modeling) ด้วย Excel (Solver). กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น

อภิชัย ฤตวิรุฬห์. 2555. กำหนดการเชิงเส้นและกำหนดการจำนวนเต็มและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร (Linear Programming and integer Programing and Their Applications in Agro-Industry). กรุงเทพฯ : อักษรโสภณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ข้อมูลนักศึกษา

ชื่อ : นางสาวภาส์พิชญ์ สกลเดชาวาณิชย์

รหัสนักศึกษา : 58050129

เกิดวันที่ : 27 ตุลาคม 2539

สัญชาติ : ไทย

ศาสนา : พุทธ

ที่อยู่ : เลขที่ 99/55 หมู่ 9 ถนน เทพารักษ์ ตำบล บางปลา อำเภอ บางพลี จังหวัด สมุทรปราการ 10540

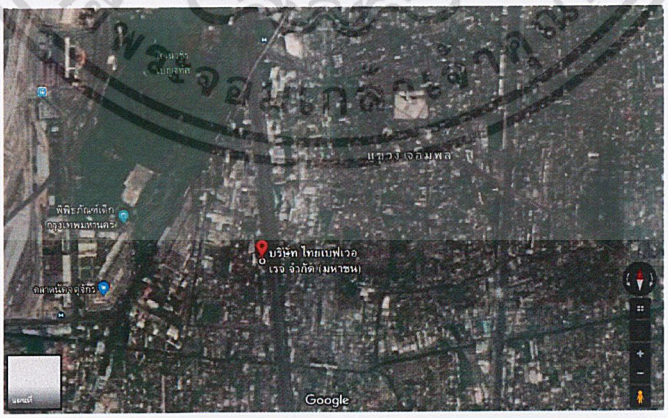
เบอร์ : 095-881-3479

สถานที่ประกอบการในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด

ที่ตั้ง เลขที่ 333 ชั้น19 อาคารเล้าเป้งง้วน 1 ซอยเฉยพ่วง ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

เว็บไซต์ www.thaibev.com



รูปแผนที่บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยงานในการปฏิบัติ

แผนก : โลจิสติกส์

ฝ่าย : วางแผนโลจิสติกส์

ชื่อพี่เลี้ยง

ชื่อ : นายอภิสิทธิ์ เอี่ยมสุขประเสริฐ

ชื่อ : นายชุติพงศ์ มัธยกุล

รูปด้านหน้าบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด (TBR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการประกอบธุรกิจของบริษัท

บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด (TBR) เป็นหนึ่งในบริษัทในเครือของบริษัท ไทยเบฟเวอเรจ จำกัด (มหาชน) ซึ่งถูกจัดอยู่ในกลุ่มธุรกิจต่อเนื่อง มีบทบาทสำคัญอย่างมากในการรองรับการบริหารต้นทุนการผลิตสุรา และเบียร์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งบริษัททำหน้าที่ในการจัดหา จัดซื้อ จัดส่ง และวางแผนจัดการวัตถุดิบประเภทขวดให้เพียงพอต่อปริมาณความต้องการที่ใช้ในการผลิตของบริษัทในเครือ บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ จำกัด (มหาชน) และช่วยในการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิต เช่น ลังกระดาษ พลาสติกหุ้มผลิตภัณฑ์ ขวดที่มีลักษณะไม่เป็นไปตามแบบมาตรฐานที่ตั้งไว้ของการผลิต เป็นต้น

ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

- จัดเตรียมข้อมูลยอดรับซื้อ แผนบรรจุ ค่าขนส่ง เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการขนส่งประเภท Back Haul สำหรับจัดทำงานวิจัย
- เรียนรู้กระบวนการรับซื้อขวด และวิธีคัดสรรขวดชนิดต่างๆ ณ บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด สาขาย่อย
- เรียนรู้ระบบสั่งรถขนส่งขวดชนิดต่าง ๆ ของบริษัท
- ศึกษาเส้นทางขนส่งขวด เพื่อนำมากำหนดจับคู่ต้นทางและปลายทางได้ถูกต้องในงานวิจัย
- ตรวจสอบพื้นที่จัดเก็บขวดใช้แล้ว ณ บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด สาขาย่อย
- ศึกษางาน Operations ในส่วนของเครื่องชำระล้างขวดใช้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้